

عنوان الكتاب : علم النبات

المؤلف : محمد عزوز

سنة النشر : ١٩٣٦

رقم العهدة : هـ ٥٦٢

الـ ACC : ١٨٧١٥

عدد الصفحات : ٣٥٢

رقم الفيلـم : ١٦

الحقوق محفوظة
بجميع ما في الكتاب

محمد بن
عبد
العزيز

علم النبات



تأليف

محمد بن
عبد
العزيز

المدرس بكلية الزراعة

M. Sc.

٦٠٥٨٩

الطبعة الأولى

١٣٥٤ هـ - ١٩٣٦ م

حقوق الطبع محفوظة للمؤلف

الطبعة الثانية
بمصر ١٩٥٢



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

نحمدك يا ميسر الأمور . ومذلل الصعاب . وثني على رسولك محمد خير
هاد إلى سبيل الرشاد ، وبعد

لما رأيت أن الطلاب يعوزهم في هذه المادة كتاب يجمع شتات المواضيع
وأطراف البحوث وطدت العزم على إخراج هذا المؤلف متبعاً في تقسيمه
الطريقة التي تدرس في السنة الأولى بكلية الزراعة وقسمته إلى ستة أبواب
تناولت في الباب الأول الشكل الخارجي للنبات وهذا ما يعرف باسم
«المورفولوجيا» - وفي الثاني التشريح الداخلي وهذا ما يعرف باسم «الآناتومي» -
وفي الثالث الوظيفة التي يقوم بها كل عضو وهذا ما يعرف باسم «الفسيولوجيا» -
وفي الرابع البيئة وتأثيرها في النبات وهذا ما يعرف باسم «الأكولوجي» - وفي
الخامس تقسيم المملكة النباتية إلى أقسامها - وفي السادس تكاثر النباتات
ولقد توخيت في هذا الكتاب السهولة في الالفاظ والأطباب في المواضيع
وزينت كل موضوع بما يزيل إبهامه ويشرح غامضه من الرسوم التي عمل بعضها
خاصاً بهذا الكتاب وبعضها أخذ من مراجع أجنبية سندكرها بعد
ولا أريد أن أنكلم عما بذلته من جهد وعناء بل أترك تقدير ذلك للمطلعين
ولئن تقدمت لأحد بالشكر فما أخرى من أن أقدم به إلى صاحب العزة
أستاذي محمود توفيق بك حفناوى أستاذ النبات وعميد كلية الزراعة إذ تفضل فسمح
لي بأخذ بعض أشكال (٧١ ، ٩٢ ، ٩٥) من علم النبات تأليف عزته مع حضرة
الزميل المحترم احمد افندى رفعت مدرس علم النبات بكلية الزراعة
كما أتى أخص بالشكر كل من مد لي يد المساعدة في تأليف هذا الكتاب
من زملائي وغيرهم .

ولعلى أكون قد قمت ببعض الواجب للمشتغلين بهذا العلم ، والله أسأل
التوفيق والرضاء .



الباب الأول

الشكل الخارجى للنبات

Morphology of Plants

(١) البزور وأنباتها Seeds and Germination

أولاً — البزور Seeds

البزرة فى النباتات البزرية هى ما ينتج من البويضة Ovule بعد عملية الإخصاب وتطراً على البويضة عدة تغيرات أهمها تحول أغلفة البويضة إلى القصرة وتحول «الزيجوت» إلى الجنين . وتبقى البزرة الناضجة كاملة وتختلف مدة كونها باختلاف النباتات ثم يعاودها النشاط عند ما تنبأ لها الظروف المناسبة . وقد أجريت عدة تجارب ثبت منها أن البزور قد تبقى كاملة سنوات عدة فمثلاً تبقى بزور أحد أنواع البقم Cassia حافظة لحيويتها لمدة ٨٧ سنة وتحفظ بزور سيتيس Cytisus بحيويتها لمدة ٨٤ سنة ، وتبقى بذور الخروب وبعض البقوليات الأخرى والبشنين ، وبزور بعض نباتات العائلة الحجازية مدة أقل من ذلك .

كما أجريت تجارب على بعض الجراثيم Spores للطحالب الخضراء فوجد أنها تعيش كذلك كاملة مدة تتراوح بين عشر سنوات وسبعين سنة

تركيب البزرة : —

تتركب البزرة من القصرة والجنين الذى قد يكون مصحوباً بغذاء مُختزن داخله أو خارجه وسنشرح فيما يلى تركيب بزور بعض النباتات .

(١) بزرة الفول Seeds of Vicia faba

تتركب بزرة الفول من القصرة والجنين — والقصرة عبارة عن غلاف جلدى مسمر وهى ذات شكل بيضى تقريباً ، ولها وجهان عريضان ووجهان

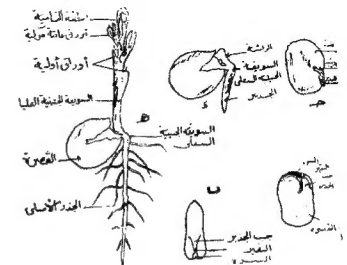
المراجع

- | | |
|--|---|
| (1) Solereder's systematic Anatomy of The Dicotyledons | by Boodle and Fritsch |
| (2) The Dispersal of Plants Throughout The World | by H. N. Ridley |
| (3) Strasburger's Text-Book Rewritten by of Botany | Dr. Hans Fitting
Dr. Ludwig Jost
Dr. Heinrich schench
Dr. George Karsten |
| (4) Botany of the living Plant | by F. O. Bower |
| (5) Palladin's Plant Physiology | by Livingston |
| (6) Water Plants | by Agnes Arber |
| (7) Physiological Plant anatomy | by Haberlandt |
| (8) A Text book of Botany | by Small |
| (9) Text - book of Botany | by Lowson |
| (10) An Introduction to the Study of Plants | by Fritsch and Salisbury |
| (11) The classification of Flowering Plants | by Rendle |
| (12) Manual of Cultivated Plant | by Bailey |
| (13) The Structure and Development of Mosses and Ferns | by Campbell |

تأليف عبد الرحمن الوكيل أفندي

علم تقسيم النبات

ضيقان ولها طرفان ضيقان تشاهد السرة Hilum في أحدهما . والسرة عبارة عن ندبة بجمراء أو سوداء وهي موضع اتصال الحبل السرى بالبزرة ، وبالقرب من إحدى نهايتي السرة نرى انتفاخاً مثلث الشكل يعرف بجيب الجذر Root Pocket ويرتبط بالآخر وطرف السرة التقير الذي يمكن التثبت من وجوده بوضوح بضغط بزره منقوعة بين السبابة والإبهام فتخرج من التقير فقاع من الماء والهواء . وعند نزع القصرة من البزرة المستنبطة يظهر الجنين Embryo وهو يشغل الحيز الموجود داخل القصرة بأكمله ، ويتركب من فلتين شمعتين غليظتين لامتلائهما بالمواد الغذائية لونهما أبيض مصفر ، ويتصلان من الجهة الخلفية (أى التى تقابل جيب الجذر) بمحور ينتهى من الجهة المقابلة للتقير بالجدير الذى يظهر جميعه خارج الفلتين ، ويغلف عادة بجيب الجذر السابق ذكره ، وينتهى المحور من الطرف الآخر بالريشة التى ترقد بين الفلتين ويسمى جزء المحور المحصور بين الجذر والفلتين بالسويقة الجنينية السفلى Hypocotyl والجزء المحصور بين الفلتين والريشة بالسويقة الجنينية العليا Epicotyl كما فى شكل ١



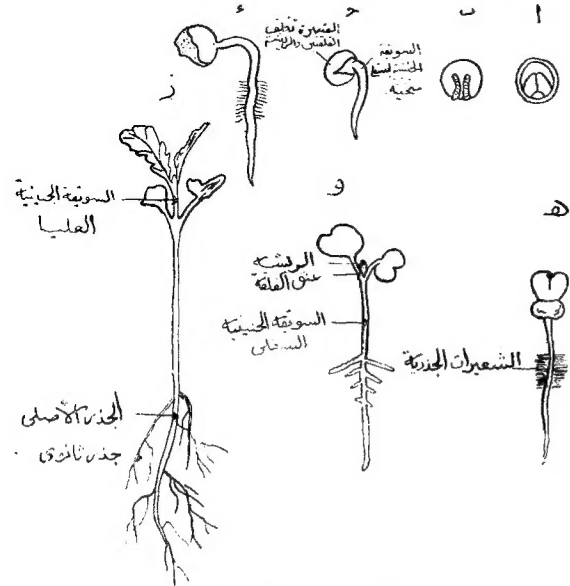
شكل ١ - بزره الفول وبادراتها

(١ . ب) البزرة الكاملة (>) فاقه وجذر وريشة (٥ ، ٥) أطوار نمو الجنين

وبماثل بزره الفول فى التركيب بزره الفاصوليا واللوبياء ، ومعظم بزور النباتات التابعة للعائلة البقولية مع اختلافات يسيرة فى الشكل وموضع السرة ، وجيب الجذر (فانه ظاهر بين فى الحبة مثلا)

(٢) بزره الخردل Brassica alba

بزره الخردل مستديرة تقريبا ولها سطحان مفلطحان وعلى أحد جانبي القصرة الجلدية ندبة بيضاء White Scar تسمى بالسرة Hilum وداخل القصرة الجنين المكون من فلتين وجذر وريشة وتكون الفاقه عادة منطويتين بعضها على بعض الأولى خارجية والأخرى داخلية ولا يحاط الجنين بمادة الأندوسبرم فيقال عن البزرة : إنها عديمة الأندوسبرم Exendospermous إذ تستعمل الفلتان فى تخزين الغذاء مبدئيا والريشة توجد بين الفلتين ، والجذر يخرج على امتدادها منتبها على الفاقه الداخلة شكل ٢



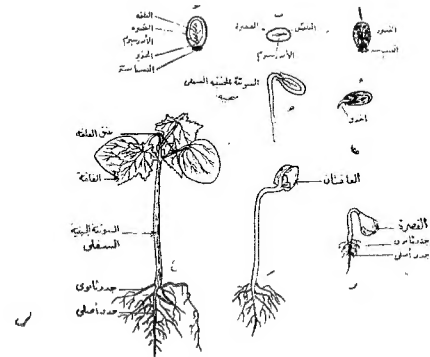
شكل ٢ - بزره الخردل وبادراتها

(١) قطاع فى البزرة (ب) الجنين (ح الى ز) أطوار نمو الجنين

(٣) بزره الخروع *Ricinus communis*

بزره الخروع بيضية منبعجة ومغطاة بقصرة خشبيه مبرقشة هشة، وعلى أحد جانبيها الضيقين كتلة بيضاء اسفنجية تغطي النقيير Micropyle وتستعمل في امتصاص الماء لتوصيله إلى الجنين وهذه الكتلة تسمى بالبساسة (Aril) Caruncle وتوجد السرة بجانب البساسة مندمجة فيها.

فإذا قطعنا البزره قطعاً طويلاً، ينصفها نصفين متساويين نلاحظ طبقة نصف شفيفة ورقيقة تعرف بالشغاف وهي في داخل القصرة مباشرة وتحيط بالاندوسبرم الطرى الأبيض الزيتي، وهو المادة الغذائية التي تحيط بالجنين ولذلك تسمى البزره اندوسبرمية Endospermous أما الجنين فإنه محصور وسط الاندوسبرم ويتركب من فلقين ورقيقين وكل فلق به عروق شبكية راحي، وتقع الريشة بين الفلقين وهي متصلة بالجذير الذي يتجه طرفه جهة البساسة وتتصل الفلقان ببعضهما البعض عند نقطة اتصال الجذير بالريشة شكل ٣



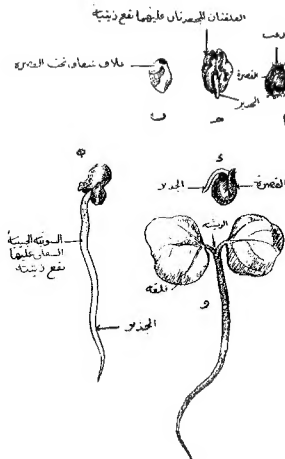
شكل ٣ - بزره الخروع وبادراتها

(١) بزره كاملة (ب) قطاع عرضي في البزره (ج) قطاع طولي فيها (د-ج) أطوار نمو الجنين

وإذا ضغطنا المادة الاندوسبرمية على ررقه بيضاء فإنها تترك أثراً زيتياً عليها وهذا يثبت أن بزره الخروع تحتوى على زيت في المادة الاندوسبرمية.

(٤) القطن *Gossypium Sp.*

بزره القطن مخروطية الشكل ذات طرف مدبب مغطى بزغب Fuzz - والقصرة سمراء أو سوداء مغطاة ببيلة وسرتها Hilum جانبية تبتدىء من الطرف المدبب وتستمر إلى نحو ثلث البزره، فإذا زعنا القصرة من البزره المنقوعة باحتراس يمكن رؤية الجنين المحوط بغشاء رقيق أبيض، مصفر، يسمى بالشغاف. والجنين يتكون من فلقين ورقيقين عليهما بقع زيتية Oil glands كثيرة وكل فلق ملتفة على نفسها وتحفظ الفلقان فيما بينهما الجذير الصغير الذي يقع أسفل السن المدبب وأما الريشة فهي صغيرة جداً تصعب رؤيتها بالعين المجردة، وهي موجودة بين الفلقين على امتداد الجذير ويلاحظ في البذر المتنبه أنه يوجد جزء بين الجذير الأبيض

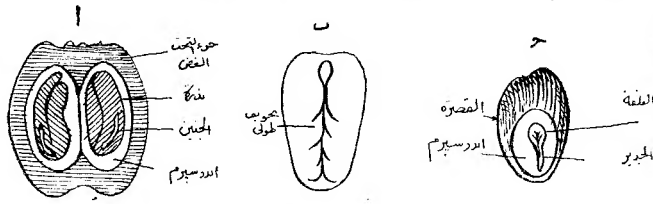


شكل ٤ - بزره القطن وبادراتها

(١) البذر (ب) يظهر الشغاف (ج) الجنين (د-و) أطوار نمو الجنين

(٦) بزره البن *Coffea Arabica*

الثمرة تشبه العنب، وتشتمل على بزرتين ذاتي تجويفين طوليين مواجهين لبعضهما البعض. والبزرة أندوسبرمية تحتوى على قصرة تحيط بالاندوسبرم القرني وجنين صغير يوجد بأحد طرفيها في الجهة المقابلة للتجويف، والفلقتان صغيرتان ومستديرتان غالباً ولكل منهما خمسة عروق ظاهرة تماماً، والجذير طويل نسبيًا ومنحن والريشة صغيرة جداً وواقعة بين الفلقتين - النسيج الأندوسبرمي يتركب من خلايا جدرها غليظة، ومادة زيتية، وحبوب بروتينية



شكل ٦ - بزر البن

(١) ثمر البن منصفة طولياً (ب) يرى التجويف الطولي في البزرة (ح) الجنين وإنبات بزور البن بطيء جداً إذ يستغرق عدة أسابيع وهنا التأخير ناشئ عن وجود المادة الأندوسبرمية القرنية وعند الانبات يشاهد أن السويقة الجنينية السفلى تستطيل وتنحني وبعد ذلك تستقيم حاملة الفلقتين والريشة إلى أعلى. وأما الجذير فإنه يضرب في الأرض متعمقاً فيها، ويكون المجموع الجذري الذي هو عبارة عن الجذر الوتدي وفروعه شكل ٦

(٧) بزره النخيل *Phoenix dactylifera* Seed

هي بزره لبنايت ذى فلقه واحدة تغطي من الخارج بغلاف أسمر اللون قليل صلب، يسمى بالقصرة، وهي مستطيلة الشكل ذات تجويف طولي وفي وسط الجانب المقابل للتجويف علامة هي موضع الجنين، فإذا نصفنا البزرة عرضياً مارين بالعلامة فإنه يلاحظ أن الجنين الصغير منغمس في مادة الأندوسبرم القرني الذي ينتج من تغلظ الجدر الخلوية ومادته السليولوزية

والفلقتين عليه بقع زيتية كثيرة أيضاً ويسمى السويقة الجنينية السفلى Hypocotyl ومنطقة الجذير خالية دائماً من البقع الزيتية شكل ٤

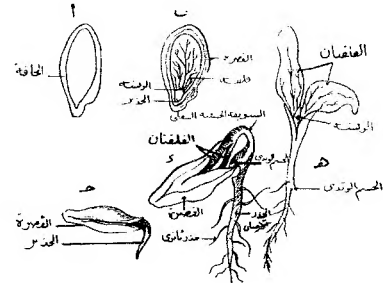
(٥) بزره القرع *Cucurbita Pepo*

بزره القرع ذات لون أيضاً مصفر، ولها حافة تحيط بها ووجهاً منبسطاً وطرفان أحدهما مدبب Pointed والآخر مستدير Rounded والقصرة جلدية وعلى طرفها المدبب السرة، وهي أرق نقطة فيها، ولذا يخرج منها الجذير عند الانبات

وعند نزع القصرة يلاحظ وجود شغاف بني نصف شفاف يغلف الجنين الذي يتركب من فلقتين تنبهاً بسن مدبب أسفل السرة وهو الجذير. عند هذا الموضع تتصل الفلقتان. وعلى امتداد الجذير وبين الفلقتين توجد الريشة وهي صغيرة جداً تكاد لا ترى قبل الانبات

وجمع الغذاء اللازم للجنين مختزن في الفلقتين ولذلك يقال لهذه البزرة بالاندوسبرمية Exendospermous

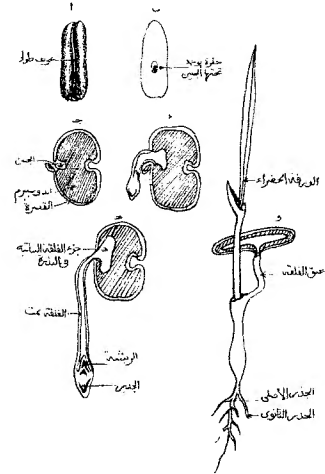
وبلاحظ في البادرة وجود جسم وتدى Peg تشبك فيه القصرة، فلا تخرج فوق سطح الأرض مع الفلقتين ويساعد هذا الجسم أيضاً في فتح القصر لخروج الجذير. شكل ٥



شكل ٥ - بزره القرع وبادراتها

(١) بزره كاملة (ب) الفلق والريشة والجذر (ح - ه) أطوار نمو الجنين

وعندما تستنبت البزرة في وسط مندى بالماء مدة طويلة تقرب من الشهر يخرج الجذير والريشة مغلفان بجزء من الفلقة ثم يندفع هذا الجزء الفلقي إلى أسفل ليضع الريشة والجذير في المكان المناسب لهما - وبعدئذ يخرج الجذير مخترقاً قبابه وضارباً في التربة ليكون جذراً وتبدأ يحمل جذوراً ثانوية ، ويستمر مدة ثم يذبل تدريجياً وتحل محله جذور عرضية تنمو من قاعدة الساق في مواضع مختلفة وتخرج فوق الجذير بمسافة قصيرة أول ورقة خضراء من الريشة مختترقة الغلاف الفلقي أما الجزء العلوى من الفلقة فإنه يستعمل في إذابة الأندوسبرم القرني إذ يتحول إلى سكر تدريجياً بالانزيمات التي يفرزها هذا الجزء من الفلقة . كما أنه يمتص الذائب من الغذاء ليد به الجذير والريشة في أثناء نموهما ، ولذلك يلاحظ



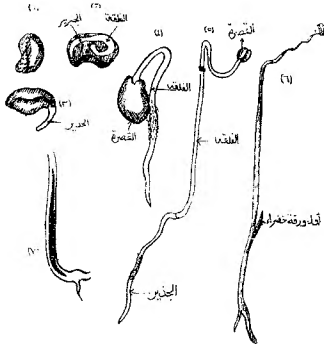
شكل ٧- بزرة الباج وباداتها

(١) بزرة الباج يرى التوجيف الطولى (ب) ترى موضع الجنين (ح) الجنين في مبدأ نموه (د- و) اطوار نمو الجنين

في القطاع العرضى للبزرة النابتة أن جزأها هذا يزداد في الحجم شيئاً فشيئاً حتى يصير هلالى الشكل - أما الأندوسبرم القرني فيقل تدريجياً إلى أن يستنفذ أغلبه فتصبح البزرة المحفوظة تحت سطح الأرض عبارة عن قصرة وخلايا الأندوسبرم الرقيقة الهشة . شكل (٧)

(٨) بذرة البصل Allium Sepa

لون البزرة الجافة أسود وشكلها غير منتظم ، وأحد جانبيها محذب كثير التجاعيد والآخر مستو تقريباً وبين السنتين تجويف هو موضع السرة Hilum وتركب البزرة من القصرة والجنين ومادة غذائية مختزنة تحيط بالجنين هي الأندوسبرم فإذا قطعنا البزرة قطعاً طولياً يقسمها نصفين يلاحظ أن الجنين منحني تحيط به المادة الأندوسبرمية البيضاء ، ويتركب من جذير مدبب واقع أسفل السرة ، وجزء منحني هو الفلقة التي تكون أنبوية الشكل ، وريشة محفوظة داخل الفلقة ومتصلة بالجذيرين ويحدد موضع اتصال الريشة والجذير في البادرة باتفاخ أعلى



شكل ٨- بزرة البصل وباداتها

(١) بزرة (٢) مقطع في البزرة (٣) نمو الجنين (٤) نمو الجنين أكثر (٥) ظهور الفلقة واتصال القصرة بطرفها (٦) ظهور أول ورقة خضراء (٧) قطاع طولى يظهر موضع الريشة

الجنين - وأما السطح المقابل للفقوة فهو أملس وليست به تجاعيد .
فإذا قطعنا الحبة المنقوعة طولياً نرى الغلاف الثرى والقصرة متحدين ورققتين
ويحيطان بطبقة الأليرون aleurone وتوجد داخل هذه الطبقة الحلايا البارنيمية
الممتلئة بالنشا وهو على نوعين الخارجى منه قرنى Horny starch والداخلى يسمى
بالأندوسبرم النشوى أو الدقيقى Mealy starch ثم يوجد الجنين داخل المنخفض
وهو مكون من فلقه واحدة وريشة وجذير . والفلقه تغلف الجذير والريشة ثم
تفصلهما عن الأندوسبرم ويقال لها الفصعة Scutellum . شكل ٩

بذور النباتات المائية

Seeds of Water Plants النباتات المائية ذات الفلقه الواحدة وخاصة التابعة للعائلات الآتية

Butomaceae, Alismaceae, Hydrocharitaceae Juncaginaceae, Apomogetonaceae and Potamogetonaceae.

لها بذور عديمة الأندوسبرم كل غذائها يخزن في السويقة الجنينية السفلى
لأن الفلقه صغيرة جدا ولبس لها فصل مطلقا ولها عتق أنبوى أو غمد أنبوى
أيضا وكذلك الجذير أنرى صغير ليس به غذاء بالمره وتركيب البزرة يوافق
معيشتها في الماء إذ لا يتعرض الغذاء للتعفن أو للبكتريا الفناكة فيحدث له ضرر
يلعب ربما تعداه إلى الجنين فتفتل البزرة ولا يحدث الانبات

بزرة الروسترا Zostera marina L.

البزرة عادة مغلفة بغلاف ثمرى خشى ، فإذا عملنا قطاعاً طولياً في الثمرة
يلاحظ من الخارج إلى الداخل الغلاف الثرى Pericarp والقصرة والسويقة
الجنينية السفلى Hypocotyl التي تغطي الفلقه عند قاعدتها . ويقع الجذير Radicle
عند قاعدة البزرة شكل ١٠

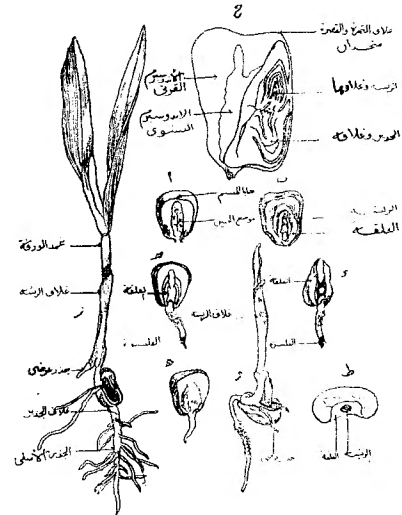
بزرة الزانكيليا Zannichetia polycarpa

يلاحظ في القطاع الطولى لثمره الزانكيليا وجود الجنين داخل الغلاف
الثرى والقصرة والجنين يتربك من ريشه Plumule ذات فروع ومن فلقه
وسويقة جنينية سفلى تشغل معظم الجنين ولدى القاعدة آثار للجذير الأثرى
ويمكن مشاهدة الميسم Stigma على قمة الثمرة كما في شكل ١١

الجذير - والريشة تتكون من سلسلة أوراق محوة مخروطية الشكل داخله بعضها
في بعض شكل ٨

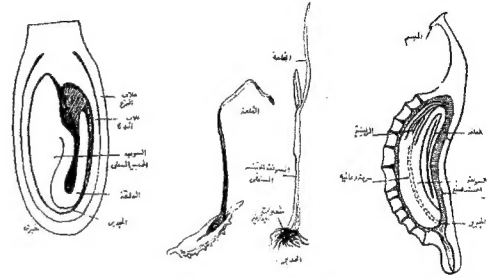
(٩) حبة الذرة Zea maize grain

حبة الذرة ليست بزره وإنما هي ثمرة جافة غير متفتحة من نوع البزرة Caryopsis
بها بزره واحدة وتنمو هذه البزرة حتى تملأ باطن الثمرة تماماً وتصبح متصلة بجدارها
الباخلى ، ويشغل الجنين حيزاً صغيراً من الحبة . وأما الباقي فيشغله الأندوسبرم
فإذا درسنا الحبة من الخارج لاحظنا أنها ذات شكل بيضى تقريباً على طرفها
البعيد عن الشيمراخ آثار للقم وعلى أحد سطحها موضع منخفض هو موضع



شكل ٩ - حبة الذرة وبادراتها

(١) حبة الذرة كاملة (ب) حبة نزع عنها الأغلفة البزرية والثرية
(ح) نمو الجنين (ح) قطاع طولى في الحبة (ط) قطاع عرضي في الحبة



شكل ١٠ - بزره الزوستر

شكل ١١ - بزره الزانسيكليا وبادرتها

ثانياً - الانبات Germination

عند ما تترك البزور لتتبع على خرقة رطبه أو على قطعه مثله من ورق النشاف المندى بالماء الذى لا يمكن أن تمتص الأجنة منه شيئاً سوى الماء إذا تركت هكذا تبدأ عملية الانبات لأن إنباتها لا يحتاج إلى مواد غذائية من الخارج في أول أمرها، وإنما تستمد جميع ما تحتاج إليه مما هو مكنز فيها. أو حولها من الاندوسيرم. ليس للبذرة شيء من مظاهر الحياة لأن جنينها يوجد في حالة سكون Dormant وإنما يعاودها النشاط إذا توافرت لديها ظروف خاصة وعند ما توافر تلك الشروط تظهر على البزرة عدة تغيرات تعرف مجتمعه بالانبات Germination فالبزرة الميتة قد لا تختف في الشكل عن البزور المحتفظة بحيويتها. والانبات هو الوسيلة الوحيدة في العادة التي تميز بها البزرة الحية من البزرة الميتة فإذا وضعنا بزوراً ميتة وأخرى حية في ماء فإنها تنفخ بنسبة واحدة تقريباً ولكن لا يبدو على البزور الأولى أى دلائل من علامات النمو حتى أنها إذا جففت رجعت إلى حالتها الأولى ولكن البزور الثانية يحدث فيها الانبات الذى هو نتيجة النشاط الحيوى الكامن في الجنين وعلى ذلك يجب أن نفرق بين 'الانتفاخ والنمو (الإنبات) لأن الأول هو عبارة عن امتصاص الماء مع عدم

تغير في المادة وليس للحية دخل فيها. والثاني هو تحويل وانتشار في المادة التي لا يمكن إعادتها إلى أصلها ثانياً Irreversible process وتطراً على البزرة عند الانبات عدة تغيرات ينتج عنها تحول البزرة المستتبة إلى بادره ويمكن تلخيص هذه التغيرات فيما يأتى :

أولاً : تغيرات طبيعية Physical changes

وهي عبارة عن امتصاص القصرة والجنين للماء وهي عملية طبيعية يتساوى فيها البزور الحية والميتة فينتفخ الجنين ويزداد حجمه فتصبح القصرة ملساء بعد أن كانت مجعدة وقد تتمزق من جراء هذا الانتفاخ.

ثانياً : تغيرات كيميائية Chemical changes

وفيها تبدأ البزرة بتحويل الغذاء الموجود فيها على حالة صلبة أو على حالة غير قابلة للذوبان في الماء كالكدهن والزيوت إلى حالة قابلة للذوبان في الماء ، لأن المواد لا تنتشر في خلايا النبات إلا إذا كانت على هذه الحالة. وعامل الإذابة في البزور هو الأنزيمات Enzymes ولكل مادة في النبات أنزيم خاص يقوم بأذايتها وجعلها صالحة للانتشار بين خلايا النبات فمثلاً النشا Starch لها إنزيم يسمى Diastase يحوله إلى مواد سكرية قابلة للانتشار والمواد السليولوزية الموجودة في جدر الخلايا لها أيضاً أنزيم خاص يحولها إلى مادة سكرية ذائبة يسمى Cytase والايانولين يحوله إلى أنزيم يسمى inulase إلى سكر الفاكهة Laevulose وهكذا.

ثالثاً : تغيرات حيوية Vital Biological changes

وهي عبارة عن نشاط الخلايا المرستيمية التي تتركب منها مناطق الجنين المختلفة فتقسم وتنمو ويتغير حجم الجنين وينمو الجذير متعمقاً فتنمو الريشة متجهة إلى أعلى مكونة المجموع الخضري Shoot System وينمو الجذير متعمقاً إلى أسفل يعطى المجموع الجذرى Root System

الظروف الضرورية للانبات

Conditions necessary for Germination

البزرة لا تنبت إلا إذا توفرت لها ظروف خاصة تلخص فيما يلي : —

(١) حيوية الأجنة

أن تكون البزرة حية أى أن أجنحتها حافظة لحيويتها إذ قد تؤثر على الاجنة أمور كثيرة فتوقف نموها وتسبب لها الموت منها : أن تجمع البزور وهي غير ناضجة ، أو تخزن في مخازن غير جيدة أو تغطى عليها الحشرات فتأكلها ، وتبیت البزور بغير أجنة ، أو تكون القصرة رقيقة ، فتسمح لدخول الهواء فتتأكسد الأجنة بسرعة وتقصر مدة حياتها

فقد لوحظ أن كل البزور ذات القصرة الخشبية الثخينة التي لا تنفذ الهواء تحتفظ أجنحتها بحياتها مدة طويلة . وقد استنبتت بعض حبوب القمح التي وجدت في مقابر قدماء المصريين فوجد أن أجنحتها قد اسمرت وتكربت ولم تبد أى دليل على حيويتها وهذا دليل واضح على أنها ميتة .

(٢) أن يتوافر الماء الضروري ، للانبات

الماء ضرورى للانبات ، إذ يمكن حفظ بزور بعض النباتات في كيس أو زجاجة . مثل بزور الفول أو الملوخية أو الخردل أو القرع أو الخيار ، مدة غير محدودة من غير أن تنبت على درجات حرارة مختلفة ومع وصول الهواء إليها ولكنها إذا وضعت في أرض رطبة أو بين ورق نشاف مبلل فانها تمتص الماء وتنبت وبعد مدة قصيرة أى تقرب من أربع وعشرين ساعة يظهر دلائل النمو والانبات عليها فيخرج الجذير وبعد مدة تنبع الريشة

(٣) الحرارة المناسبة

لكل بزرّة نبات درجة حرارة مناسبة عندها تنبت فإذا وضعت بزرّة الفول في الأرض في زمهرير الشتاء فانه لا يبدو عليها أية علامة تدل على تنبئها من حالة

السكون التي هي فيها وإذا بدت كانت ضئيلة جدا . ولكنها اذا وضعت على ورقة نشاف رطبة غطيت بزجاجة ثم استنبتت في غرفة خرج الجزير من البزرة في أيام قليلة . وتختلف البزور بعضها عن بعض في احتياجها الى درجة الحرارة اللازمة لانباتها فاجنة بعض البزور تبدي في مد جذرها ولو حفظت على درجة من البرودة تحت نقطة التجمد . وغيرها يحتاج الى درجة حرارة مقدارها ٩ إلى ١٠ س حتى تشرع في النمو وإذا حولنا انما بزور الفول على درجة ٤٥ س وجد أنها لا تنبت وعلى ذلك توجد درجة بين درجة التجمد ودرجة ٤٥ يتقدم فيها نمو الأجنة في أغلب البزور أسرع تقدم وهذه الدرجة هي ٢٨ س

(٤) الهواء ضرورى للانبات

الهواء ضرورى لكل كائن حي إذ لا يمكنه أن يعيش ويحيا من غير أن يتنفس فيأخذ الأكسجين ويتركز ثاني أكسيد الكربون فلو وضعت بزور نبات الفول مثلا في دورق مشتمل على ثاني أكسيد الكربون أو على الايدروجين فان هذه البزور لا تنبت ولولدت بكمية مناسبة من الماء ورفعت الى درجة الحرارة المناسبة . فإذا توفرت شروط الانبات السابقة الذكر فان جنين بزره الفول ينمو وأول تغيير يظهر في البزرة هو تمزق القصرة بالقرب من السرة ويخرج الجزير من جيبه مستظليا الى اسفل مخترقا طبقات الارض ومكونا المجموع الجذرى وبعد أن يبلغ بضع سمترات طولا تخرج الريشة منخبة من لجوه بين فاع الفلقين وبعد مد يومين أو أكثر يظهر المجموع الخضرى مستقيما فوق سطح الأرض (شكل د و ه) والمادة الغذائية المخزنة في الفلقين تستنفذ تدريجيا من وقت لآخر في تغذية الريشة والجذير في أثناء نموهما على السواء مع العلم بأن الفلقين والقصرة بقاء تحت سطح الأرض في أثناء النمو فيقال لمثل هذا الانبات إنه إنبات أرضى Hypogaeal وبعد نمو الريشة والجذير بهذه الكيفية يكونان قادرين على النمو من غير اعتماد على الغذاء المخزن في الفلقين بل كل منهما يجهز الغذاء الضرورى للثاني وهذا بمساعدة النوات الجانبية التي تظهر على كل منهما وفي هذه الحالة يقال أن المجموعين الخضرى والجذرى تكونا فالأول عند ما يبلغ طوله ما يقرب من ست بوصات

يلاحظ أنه يشتمل على محور وسطى ينتهى عادة برعم طرفى، وأول ما يظهر على الساق ورقتان تخالفان ورقة القول العادية في الشكل والتركيب، إذ أنهما جالستان بسيطان ولا يوجد لهما أذينات إلا أنهما تستملان على المادة الخضراء للتمثيل وتعرف مثل هاتين الورقتين بالأوراق الأولية Prophyll

يوجد لكل بزررة كبيرة مثل بزور القول والبازلاء والترمس فلقتان كبيرتان مملوءتان بالمواد الغذائية، ولذلك يلاحظ أن بادرتها تبدأ في تكوين الغذاء من الهواء والتربة قبل نفاذ المادة الغذائية المخزنة في الفلقتين بمدة طويلة — وأما البزور الصغيرة مثل الخردل والقطن والخشخاش فإن الغذاء المخزن في الفلقتين يستهلك تقريباً قبل نمو الساق والأوراق تنمو أكثافاً لقيامها بعملها قياماً تاماً وفي هذه الحالات يكون نموها عرضة لما يوقف أو يعوق ذلك النمو بسبب قلة الغذاء اللازم للجذير والريشة في أثناء نموهما ولا سيما إذا زرع البزور على عمق كبير جداً لأن الأمر يحتاج والحالة هذه إلى مقدار من الغذاء يستخدم لتكوين ساق طويلة تكفي لرفع الأوراق وتعريضها للهواء لإجراء عملية التمثيل الكربوني من الجو . وتنمو أجنة الخردل والقطن والقرع والخروع والفاصوليا بسرعة فيخرج الجذير من جرابه مخترقاً الطبقات الأرضية ثم تستطيل السويقة الجذينية السفلى Hypocotyl رافعة الفلقتين والريشة فوق سطح الأرض وهذا النمو يعبر عنه بالانبات الهوائى Epigeal شكل ٢ من (ج - ز)

فوائد الفلقات

نما سبق عرف أن الريشة تكون المجموع الخضرى والجذير يعطى المجموع الجذرى . وأما الفلقات فسنذكر فيما يلى ما تقوم به من الوظائف :

١ - فلقتا القول والبازلاء والعدس تبقيان تحت سطح الأرض وفائدتهما غذائية محضة .

٢ - فلقتا الترمس والفاصوليا واللوبيا زيادة على أنهما مكتنظتان بالغذاء تستعملان في تغذية المحور النباتى قبل بلوغه أشده إذ أنهما تخضران وتستعملان في التمثيل الكربوني مدة إلا أنهما بعد مدة قصيرة تضمران وتسقطان

(٣) ولكن فلقات بزررة القطن والخروع والخردل والقرع والكتان تنفرد بوتكبر في الحجم ويخضر لونهما وتُسَكُونُ أول الأوراق الخضراء وتبقى على الفرخ النباتى مدة طويلة تستعملان في تمثيل ثانى أكسيد الكربون الجوى .

(٤) وأما الفلقة في بزور النباتات ذات الفلقة الواحدة فلها وظائف غير مامر ذكره في ذات الفلقتين فإن جزءاً من الفلقة في حبة القمح أو الذرة يغلف الجذير والآخر يغلف الريشة وأكبر جزء هو القصعة Scutellum التى تفصل المادة الأندوسبرمية عن الريشة والجذير والجزء الخارجى منها وهو المسمى بالطبقة الظلائية Epithelium يستعمل في إذابه وامتنصاص المادة للشوية لتغذية الريشة والجذير في أثناء نموهما .

(٥) وأما فلقة النخيل فزيادته على أنها تستعمل في تغطية الريشة والجذير وإذابه وامتنصاص المادة الأندوسبرمية القرنية - يوجد لها عنق يدفعها إلى أسفل بما فيها من جذير وريشة ليضعهما في المكان المناسب لنموهما . شكل ٧ (د - و)

٥٥٥٥

(٢) الجذر The Root

يكون الجذر متممقا تحت سطح الأرض وقلبا يكون معرضا للجو، ولا يحمل أوراقا البتة كما أنه لا يحمل المادة الخضراء في أنسجته إلا قليلا وهو لذلك يختلف عن المجموع الخضرى الهوائى واللاهوائى ومهمة الجذر هي تثبيت النبات في التربة وامتنصاص الغذاء من ماء وأملاح ذائبة فيه وتوصيلها لجميع أجزاء النبات

مناطق الجذر Root Regions

ويتركب جذر النبات وفروعه من مناطق خارجية مرتبة من أسفل إلى أعلى كما يأتى : —

١ - الفلنسة Root-cap

ينمو الجذر طويلا من القمة النامية المخروطية الشكل وهي ذات أنسجة

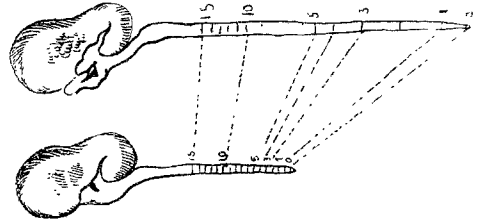
مركبة من خلايا حية مرستمية رقيقة الجذر ملوثة بالمادة البروتوبلازمية Protoplasmic substance وأنقسامها ونموها طويلا يضطرها إلى أن تنساب بين جزيئات الأرض الخشنة فلزم لها أن تغطي بعضو مخصوص يتركب جزؤه المعرض للتربة من خلايا بالغة وهذا العضو يسمى بالقلنسوة (Calyptra) Root - cap وهي تحيط بالقمة النامية كما يحيط (الكستبان) بالأصبع - وخلايا هذه القلنسوة الخارجية غروية تسهل للجذر طريقه بين ذرات التربة الخشنة المتماصة وتتأكل من احتكاكها بالتربة فتجدد باستمرار من منطقة داخلها

٢ - المنطقة النامية Growing Point

وهي تلي القلنسوة وتتكون من خلايا رقيقة مرستمية تقسم بنشاط لتكوين فيما بعد أنسجة الجذر المختلفة

٣ - منطقة الاستطالة Lengthening Region

هذه المنطقة فوق منطقة النمو مباشرة وفيها تستطيل الخلايا المرستمية بامتصاص الماء والأملاح وهي تسبب استطالة الجذور ولذلك يقال أن الجذر ينمو في الطول دون الطرف وهذه المنطقة في الجذور الأرضية يبلغ طولها من ٥ إلى ١٠ ملليمتر وأما في الجذور الهوائية فتبلغ بضع سنتيمترات في الطول إذ لا يوقفها شيء عن النمو مثل جذور التين البنغالي Ficus bengalensis وجذور أفصنيا Avicennia وجذور السيكسر بفوليوتا Cycas revoluta ويمكن معرفتها

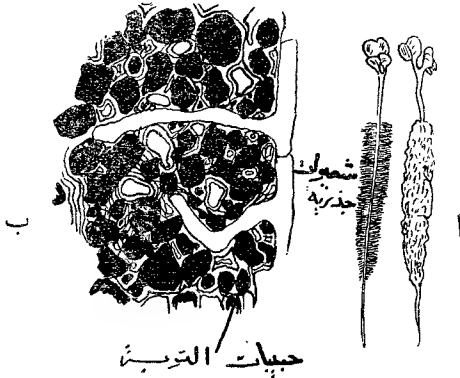


شكل ١٢ - منطقة استطالة الجذر

عملية بأن تقسم جذور بادرة الفول إلى ملليمترات بالحبر الشبني ثم تثبت البادرة بدبوس، فيقلىنة ويغمر طرف الجذر في ماء. وتترك البادرة هكذا لمدة يوم أو يومين فتتري المليمترات، في منطقة الاستطالة قد اتسعت المسافة بينها شكل ١٣

٤ - منطقة الشعيرات Root hairs region

فوق منطقة الاستطالة تقع منطقة الشعيرات الجذرية التي تعتبر من الأهمية بمكان عظيم للنبات. وتنشأ الشعيرة الجذرية من نمو الخلايا السطحية لهذه المنطقة وهي عبارة عن أنابيب ذات جدر رقيقة مغطاة بمادة غروية Mucilage، فإذا استنبتت بعض بزور الخردل أو الفول أو حبات القمح أو الذرة على ورق نشاف مندى بالماء أمكن ملاحظة منطقة شعيرات مكتظة بالشعيرات الجذرية حتى أنه يوجد في المليمتر المربع من جذر الذرة ما يقرب من ٤٢٠ شعيرة جذرية أما من حيث طول كل أنبوبة فإنه يختلف بالنسبة لاختلاف جذور النباتات المتباينة فيتراوح عادة بين ١٠ و ٨٠ ملليمترًا ومع كل ذلك فإنها تزيد بارتفاع سطح الجذر فتلا يزداد سطح جذر البازلاء بواسطة الشعيرات الجذرية نحو ١٢ مرة وهي تنساب بين ذرات التربة وتتلاقص معها وعلى ذلك لا تحتفظ شكلها الأنبوبي الأسطوانى بل أنها تنحني هنا



شكل ١٣ - (أ) الشعيرات الجذرية (ب) الصاق الشعيرات الجذرية بحبيبات التربة

وهناك تأخذ أشكالا مقطوعة أو تنبج أو تنفصص لدى القمة Lobed at the top
شكل ١٣

وبلاحظ أن الشعيرات الجذرية تقل أو تنعدم في النباتات المائية ولكن إذا انتمست جذور النباتات المائية في الغرين نما عليها شعيرات جذرية تزيد في سطح الجذر وتستعمل في تثبيت النبات فقط .

تمتلك الشعيرات الجذرية مدة قصيرة على الجذر (بضعة أيام) وبعدها تموت الشعيرات الكبيرة وتعوض من الطبقة السطحية من أسفل إلى أعلى وعلى ذلك يلاحظ أن طول منطقة الشعيرات ثابتة حيث تبلغ في العادة بضع سنتيمترات أو مليمترات

تنمص الشعيرات الجذرية الماء وما يذوب فيه من الأملاح الصالحة لغذاء النبات كما أنها تذيب الأملاح بما تفرزه من المواد المذيبة

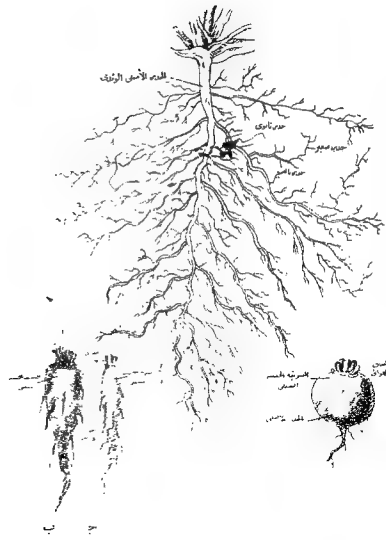
٥ - المنطقة الدائمة Permanent Region

وفيها تتحول الخلايا إلى الشكل الدائم وتلظ جدرها غلظا مناسباً ومن هذه المنطقة تخرج الجذور الجانبية التي تشبه الجذر الأصلي في الشكل والترتيب ويقال لها جذور ثانوية Secondary Roots ثم هذه تنفرع بدورها لتخرج جذوراً ثالثة Tertiary roots وهكذا حتى يتكون المجموع الجذري Root system ويلاحظ أن أول ما يظهر من هذه الجذور الثانوية يكون قريباً من الفلقتين ثم يتبعها غيرها ولذلك يكون أصغرهما سناً وأقصرهما طولاً بالقرب من قمة الجذر وأكبرها سناً وأطولها يكون دائماً أبعدهما من القمة النامية ويعرف هذا النظام بالتعاقب القمي Acropetal succession

أنواع الجذر Types of root

الجذر الوتدي Tap root

إذا استمر الجذير في النمو مع بقاءه أكبر من الجذور الجانبية فإنه يسمى بالجذر الوتدي Tap root كما يلاحظ في جذور الفول والبازلاء والشعشع والتمر وغيرها من ذوات الفلقتين شكل ١٤



شكل ١٤ - (أ) الجذر الوتدي (ب) الجذر الخروطي
(ج) الجذر المغزلي (د) الجذر اللقي

أما إذا ذبل الجذر الابتدائي وخلفه جذور تخرج مباشرة من الساق فتسمى هذه بالجذور العرضية

أشكال الجذر الوتدي Forms of Tap Root

وقد ينتفخ الجذر الوتدي لتخزين الغذاء فيأخذ أشكالا مختلفة منها الجذر الخروطي Conical r. كما في جذر الجزر والمغزلي Fusiform r. كما في جذر الفجل واللقى كما في جذر اللفت Napiform r. شكل ١٤ (ب، ج، د)

تعمق الجذور الوتدية

تعمق الجذور الوتدية بدرجات تختلف باختلاف النبات وباختلاف بعد منسوب الماء الأرضي فن النباتات ماتعمق جذورها إلى أمتار داخل التربة كما في القطن

(يتعمق جذره إلى مترين) وجذور بعض الأشجار إلى أكثر من ذلك إلا أن الجذور الثانوية والثالثة تميل عن الجذر الرئيس ليشتغل أكبر حيز يحيط به ومن النباتات ما تكون جذورها غير متعمقة كأشجار الموالح وبخاصة البرتقال والنباتات العشبية الحولية .

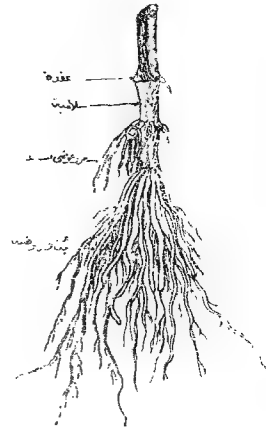
الجذور العرضية Adventitious roots

تنمو الجذور العرضية في مبدأ الأمر من قاعدة الرشة عادة (كما في القمح والشعير والذرة) في حالة الانبات ومن أجزاء النبات المعرضة للتربة في حالة التكاثر الحضري وكلما استمر النبات في النمو احتاج إلى الاكثار من سطحه الماص فيزداد عدد الجذور العرضية تبعاً لذلك حتى يمكنه امتصاص القدر اللازم له من الماء والغذاء من التربة .

أشكال الجذور العرضية Forms of Adventitious Roots

١ - الجذور المساعدة Prop roots

وهي التي تنمو من عقد الذرة أو القصب الظاهرة فوق سطح الأرض وهي

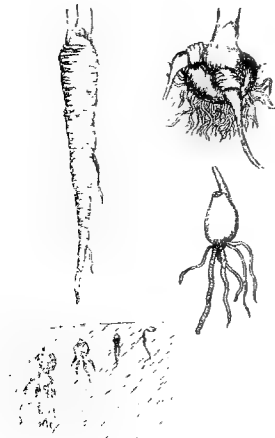


شكل ١٥ - الجذور الليلية والمساعدة في نبات الذرة

زيادة على امتصاص الماء الأرضي تساعد في تثبيت النبات لأن الجذور الأرضية التي تمت في مبدأ الأمر لا تقوى على حمل النبات خصوصاً وقت الأثمار وهي تجعل النبات مستقيماً يقاوم الأمطار والرياح وغيرها من المؤثرات الخارجية إذ بدونها ينوء النبات بجمله ضد الرياح فينام على الأرض وهذا ما يسبب خسائر فادحة من قلة المحصول شكل ١٥

٢ - الجذور الشاذة Contractile roots

هذه الجذور تسحب النبات إلى أسفل لتضعه في المكان المناسب فإذا اقتلعت إحدى الأبال مثل البكرشيام *Pancratium* (ينمو في برج العرب - مريوط في الأراضي الرملية بالقرب من ساحل البحر الأبيض المتوسط) وزرعت في مستوى أعلى من مستواها الطبيعي تكونت عليها جذور خاصة تعرف بالجذور الشاذة تلتوي لولياً فتجذب البصل إلى أسفل حتى تصل بها إلى المستوى المناسب

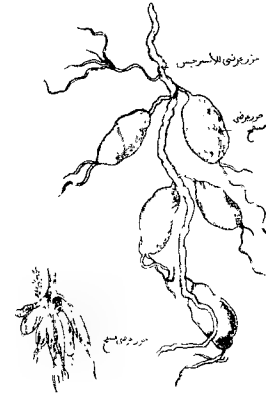


شكل ١٦ - الجذور الشاذة

ويلاحظ على هذه الجذور من الخارج جملة تجمعات عرضية نتيجة الانكماش والمد الذي يحدث في هذه الجذور . شكل ١٦

٣ - الجذور الدرنية Tuberos roots

جذور البطاطا من الجذور العرضية حصل فيها بعض انتفاخات لتخزين الغذاء وهي خالية من العيون ولا توجد عليها براعم ولا أوراق حشفية وهذا ما يميزها عن درنات البطاطس شكل ١٧



شكل ١٧ - الجذر الدرني

٤ - الجذور الليفية Fibrous roots

بما أن القمح والشعير والأرز وغيرها من النجيليات ذات ساق ضعيفة وجذورها سطحية يلاحظ أنها رفيعة تشبه الخيوط ولكنها كثيرة حتى يقال إن طول المجموع الجذري للقمح يبلغ خمسمائة متر تقريباً.

٥ - المصصات Haustoria

إذا ما نمت بذرة الحامول وكونت بادرة بدأت تبحث عن عائلها فإذا لم

تجدد مانت وأما إذا كان في طور لها أن تصل إليه فإنها تلتف حول ساقه وتلتصق بها بأقراص ترسل منها مصصات لتخترق أنسجة النبات العائل لأخذ الغذاء .

٦ - الجذور الهوائية Aerial roots

(ولا) إذا نمت الجذور فوق سطح الأرض تعرضت لكثير من المؤثرات المختلفة فيحدث لها كثير من التحورات فبعض الخيل التي تنمو في الاراضى الرملية او المنجروف Mangroves التي تنمو في الاراضى الطينية لا تقوى جذورها الأرضية على حمل سوقها الهوائية فتنشأ لها جذور تساعد في تثبيت النبات ويقال لها Flying buttresses ويقال لها أيضا Solid buttresses إذا كانت صلبة وكبيرة جدا على شكل مائدة كما في اشجار الغابات في البرازيل Brazilian forest trees لأن جذورها الأرضية سطحية غير متعمقة

ثانيا (الجذور الدعامية Pillar roots

وهذه الجذور تتدلى من الأفرع مخترقة الطبقة الهوائية وليس بها قلمسوة إذ لاضرورة لها ولها تركيب خاص اذ يحيط بطبقة القشرة خلايا لها القدرة على امتصاص الماء الجوى ولكنها عندما تصل سطح الأرض وتنغمس فيها تتكون قلمسوة لنقطتها النامية تقيها من حبيبات الأرض الحشنة وأفرع جانبيه وشعيرات جذرية لامتصاص الماء وما يذوب فيه من الأملاح

(ثالثا) الجذور المتسلقة Climbing roots

هذا النوع من الجذور إما أن يكون طويلا ينتف حول الحامل Support كما في كثير من Orchids والأرؤيدس Aroids وإما أن يكون قصيرا إذا جاذبية ضوئية سالبة فينمو متباعداعن الضوء ويدخل شقوق الجدران أو الصخور أو بعض الأشجار فيمتص من هناك الماء كما في جبل المساكين Ivy (Hedera helix) ويقال لها جذور محلاقية Root tendril شكل ١٨

جذرها الخارجية رقيقة أو مثقوبة Perforated وأما جذورها الجانية فغليظة غلظاً حارونياً وهذا النظام يجعلها معطولة حتى بعد أن تفرغ مما بها من الماء . معدة لامتنصاص الماء بالخاصة الشعرية وهذه الطبقة تسمى Velaman

(خامسا) الجذور التنفسية Aerafing roots

تجد نباتات المنجروف Mangroves التي تنمو وجذورها منغمسة في الطين المغفور بالماء صعوبات في أخذ الأكسجين اللازم لتنفس جذورها ولهذا الغرض يتخلل أنسجتها فراغات هوائية كبيرة يقال لها (نيماتوفورز Pneumatophores) يخزن فيها الهواء عند ما ينحسر الماء وقت الجذر - مثل هذه الجذور يقال لها Pneumathodes وهي توجد في النباتات التي تنمو دائماً في الطين أو في البرك ذات الماء الآسن

٧ - النباتات اللاجذرية Rootless Plants

يوجد نوع مخصوص من السرخسيات (سيلوتم وسلفينيا Psilotum & Salvinia) تنمو لها شعيرات عوضاً عن الجذور تعرف بالريزويد Rhizoids وهي أيضاً

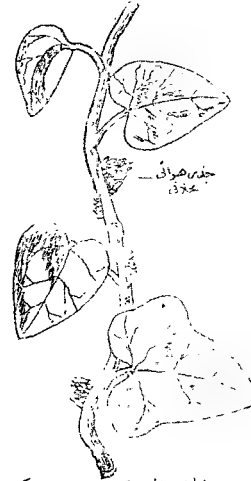
عضو الامتنصاص الوحيد في الحزازيات Bryophyta

وأن الرافليزيا Rafflesia Arnoldi لا يوجد لها جذور ولا سوق ولا أوراق إلا أن لها مصصات ترسلها في أنسجة الأشجار لتمتص الغذاء اللازم لها ومع كل ذلك فلها زهرة كبيرة يبلغ قطرها ثلاث أقدام وأن هذه الأزهار لها رائحة اللحم العفن وتلقح بنوع مخصوص من الذباب يقال له Carion thes

وأما النباتات المائية اليوتريكو لاريا , Utricularia , Lutea , Nymphaea وسيرا توفل Ceratophyllum جذرياتها إما أن تكون معدومة بالمرة أو تنمو لمدة

قصيرة ثم تموت ويحل محلها جذور عرضية شكل ٢٠

وأما نبات Aponogeton distachyus لا يزيد جذرها الأصلي عن نصف سنتيمتر ثم يفصل فجأة بواسطة An Absciss layer . وأما النباتات التي تنمو منغمسة في الطين مثل Zannichellia polycarpa فيلاحظ أن جذورها تموت ويحل محلها شعيرات طويلة تنمو من منطقة اتصال الجذير بالسويقة الجنيينية السفلى .



شكل ١٨ - الجذر المحاذي (حل المساكين)

(رابعا) الجذور الهوائية الماصة Aerial Absorbing roots

ينمو كثير من الأوركيدز Orchids والنباتات الحليمية العلوية Epiphytes وبعض نباتات سرخسية وفصيلة الأناناس والفصيلة الآرية في أعلى الأشجار غير متصل بالتربة فتسكون لها نوعان من الجذور أحدهما للأنثاف والآخر يتدلى في الهواء ويتص بخار الماء الجوى شكل ١٩ وتشتمل هذه الجذور على طبقة خاصة من الخلايا

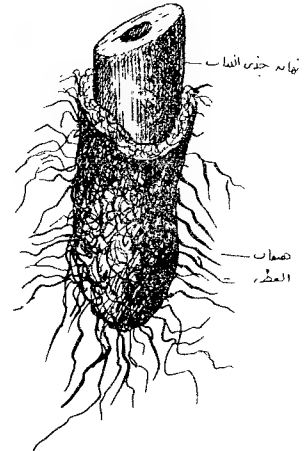


شكل ١٩ - الجذور الهوائية الماصة والملتفة



شكل ٢٠ - جذور عرضية لنبات ماي

(٨) الجذور العديمة الشعيرات الجذرية
قد تعطي جذور بعض أشجار الغابات بنوع من الفطر Fungus وتعيش



شكل ٢١ - طرف جذر ملفف عليه هيفات الفطر

معها معيشة تبادل المنفعة Symbiosis هذه الجذور تكون عديمة الشعيرات الجذرية تحيط بها الهيفات الفطرية وهي عبارة عن أنابيب رفيعة ضيقة تخترق الخلايا الخارجية للجذر وتسمى Exotrophic mycorrhiza كما يحدث بشجرة الزان Beech والبلوط Oak والصنوبر Pine . شكل ٢١

وقد تتعمق هذه الهيفات في الأنسجة الداخلية للنبات وتسمى Endotrophic mycorrhiza كما في Orchids ، الهيثر Heather وعندما تنبت بزور نباتات الأركيدز Orchids لا بد لها من أن تصاب بهيفات الفطر الخاصة بها في أوائل نموها وإلا وقفت عن النمو فالزور التي تنبت بعيدا عن أمها قد لا تنبت إذ تكون بعيدة عن فطرها الخاص وفي حالة الهيثر Heather و اللنج Ling وغيرها من عائلة Ericaceae قد تتعمق هيفات الفطر إلى أن تصل أغلفة البضة Intiguments وهناك تكمن إلى أن تبزور الثمار فتتمتع معها وبذلك يضمن النبات استمرار أصابته بالفطر جيلا بعد جيل حتى لو سقطت حبوبه في مكان لا يوجد فيه الفطر الخاص



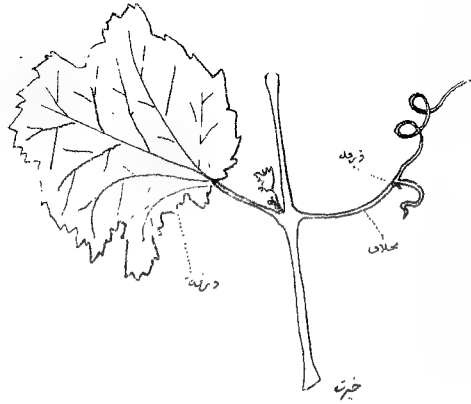
(٣) المجموع الخضرى للنبات Shoot System

المجموع الخضرى للنباتات الزهرية ينتج عن نمو الريشة ويتركب من الساق الذي يحمل الأوراق والبراعم التي تنفتح عن افرع أو أزهار ، وهذه الأخيرة تعطي الثمار والبزور
السوق Stems

تكلمنا قبل على أن الريشة تنمو الى أعلى وتعطي النبات بمجموعه الخضرى فإذا أخذ النمو في الازدياد شيئا فشيئا نرى أن الساق يحمل أعضاءا تخالفه في الشكل ، كالاوراق على مناطق يقال لها العقد Nodes وتسمى المسافات التي بين كل عقدتين سلامية Internodes

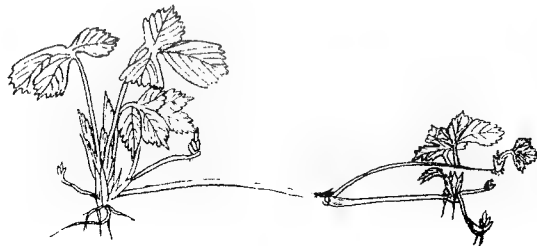
أشكال السوق Forms of stems

تكون السوق اسطوانية غالبا مستقيمة قوية تعتمد في استقامتها على نفسها كما



شكل ٢٣ - ساق العنب وفيه القمة النامية واعطت محلاق حدد نموها

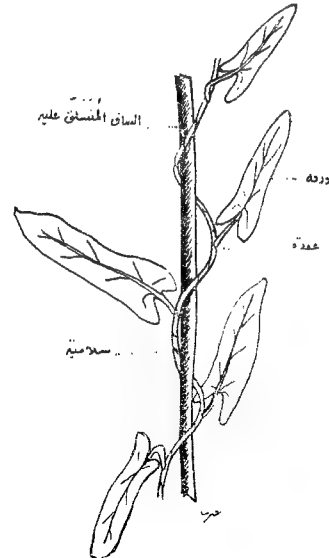
وقد تكون السوق ضعيفة دقيقة غير قادرة على الاستقامة بنفسها وليس لها عادة الالتفاف والتسلق فتجري منبسطة فوق سطح الارض هنا وهناك والبراعم التي توجد في آباط الاوراق الحشوية عند العقدة فانها تهطل افرعا جديدة وجنواً عرضية تضرب في الارض مثل نبات الشايك Straw berry او نبات الليميا Lippia SP. شكل ٢٤ وهذه السوق تسمى بالسوق الجارية Runner Stems



شكل ٢٤ - نبات الشايك

في عباد الشمس ولكن قد تكون الساق مضلعة كالقنول والسيريس Cyperus أو تكون منبسطة flattened كما في الرسكس وهي اما أن تكون عشبية أو خشبية وقد يكون سطحها أملس خاليا من الشعيرات والأشواك وقد تنمو خلايا البشرة فتتكون منها شعيرات تغطيها الملمس الحشن أو أشواك تساعد النبات في التسلق وتحميه من الحيوانات والمؤثرات الخارجية

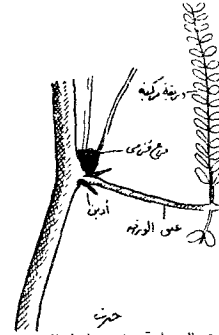
وبعض السوق ضعيفة جدا وغير قادرة على الاستقامة بنفسها بل لابد لها من دعامة تتسلق عليها اما بالالتفاف حولها مثل العليق شكل ٢٢ والأيويا او بارسال محاليق متحورة عن سوق مثل العنب شكل ٢٣ او اوراق تلتف حول الدعامة والغرض من هذا كله ان تتعرض الأوراق الى الضوء لتقوم هي أيضا بقسطها من تجهيز الغذاء من الجو .



شكل ٢٢ - ساق العليق الملفت حول نبات آخر

والنباتات اما حولية وإما معمرة فالحولية هي التي تعيش وتعتمد في تكاثرها على البزرة فقط وتعيش فصلاً واحداً في نهايتها تعطى الثمار والبزور وتموت السوق والجذور والاوراق

أما النباتات المعمرة فهي التي تعتمد في تكاثرها على البزور وعلى اجزائها الأرضية من ريزومات او بصلات أو كرمات أو درنات فتعطى في نهاية فصل النمو بزورا أو ثماراً ثم يموت جزؤها الهوائي ويبقى الجزء الأرضي كامناً حتى تنبأ له الظروف المناسبة فينمو ويكون نباتاً من جديد وقد تكون الساق قزمية Dwarf shoot ذات عقد وسلاميات قصيرة جداً فتخرج الأوراق من عقد متقاربة بعضها من بعض وتعطى أزهاراً وثماراً كما في السنط والبربيرس شكل ٢٥ أما الصنوبر فتنتهي ساقه القصيرة بورقتين خوصيتين إبريتين شكل ٢٦ وقد يكون الساق قصيراً بدرجة أن الأوراق تظهر أنها خارجة من الجذور كما يظهر جلياً في الفجل والجزر والمفت كما في شكل ١٤ (ب، د، ح)



شكل ٢٥ - ساق السنط تحمل في ابط الورقة ساقاً قزمية



شكل ٢٦ - ساق الصنوبر القزمية وترى مغطاء بأوراق حرشية

١ - السوق الأرضية Subterranean Stems

ان نمو السوق تحت سطح الأرض يمكن النبات من احتمال الأوقات غير المناسبة للنمو ولذلك نلاحظ أن هذه النباتات معمرة دائماً وتستعمل السوق الأرضية في التكاثر الخضري ولها اشكال عدة منها

أولاً - الريزوم The Rhizome

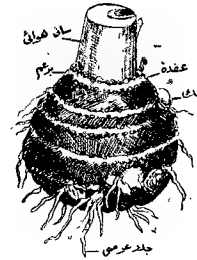
وهو ساق تنمو تحت سطح الارض بمثابة الغذاء وتتميز عن الجذر بوجود اوراق حرشية تحفظ في آباطها براعم أبوية، وتنمو عليها جذور عرضية عند كل عقدة، وقد تكون الريزوم قصيرة عمودية على الأرض وتجري هنا وهناك في التربة كما في الفرنج أو تكون موازية لسطح الأرض كما في النجيل شكل ٢٧



شكل ٢٧ - ريزوم النجيل

ثانياً - الكورمة The Corm

وهي ساق أرضية يمكن اعتبارها ريزوماً متضخماً قصيراً ذا عقد وسلاميات قصيرة، وتوجد الاوراق الحرشية على كل عقدة محيطة بالساق وفي آباطها عدة أزواركا. يلاحظ أيضاً على العقد فصوص كبيرة تستعمل في التكاثر الخضري كما في القلقاس شكل ٢٨



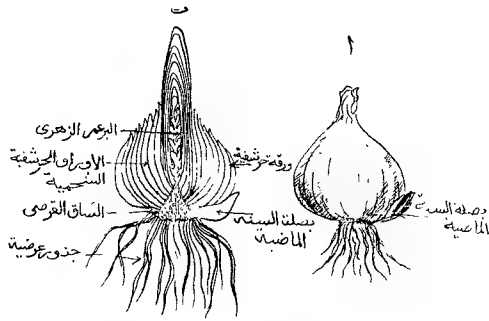
شكل ٢٨ - كورمة القلقاس

ثالثا — البصلة The Bulb

هي ساق أرضية قرصية تخرج من أسفلها جذور عرضية كثيرة تستعمل في تثبيت النبات وامتصاص الماء المذابة فيه الاملاح ثم توجد عليه براعم محوطة بقواعد الاوراق الحرشفية البيضاء الشحمية الممتلئة بالمواد الغذائية وأما الاوراق الحرشفية الخارجية فهي جافة خالية من المواد الغذائية وتستعمل للوقاية فقط . فاذا زرعت بصلة في تربة مجهزة وأرويتها باعتناء ونظام يلاحظ أن البرعم الطرفي والبراعم الأخرى الأبطية كما في البصل المصرى تنمو الى أعلى مكوناً اوراقا خوصية وسوقا تنبى بنبوة خيمية . ويلاحظ في بصل التيوبل Tulip أن المادة الغذائية المخزنة في الاوراق الحرشفية الشحمية في أثناء النمو يتحول جزء منها إلى سكر ذائب ويصعد إلى الأزهار حيث يخزن في البذور ، وجزء آخر يخزن في الاوراق التي تحيط بالبرعم الجانبي المعد لأن يكون بصلة السنة المقبلة ، وكذلك الحال في الغذاء المكون في الاوراق الخوصية الخضراء ، الأنبوية الشكل ، فإنه يوزع بالطريقة السالفة الذكر وعلى ذلك تلاحظ في بصلة Tulip آثاراً لبصلة السنة الماضية ثم برعم السنة الحالية والبرعم الجانبي الذي يكون بصلة السنة المقبلة شكل ٢٩

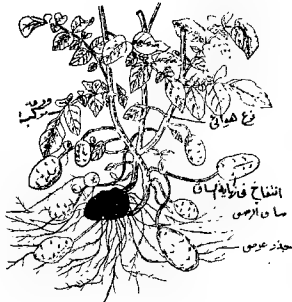
رابعا — الدرنة The Tuber

درنة البطاطس مثلا تتكون في أطراف سوق النباتات الأرضية وتحاط الدرنتان من الخارج بغلاف فليي والخلايا التي تلي هذا الغلاف مباشرة غنية جدا بالمواد



شكل ٢٩ - (١) البصلة (ب) قطاع طولى فيها

البروتينية ولذلك يجب أن يعرف أن تقشير البطاطس تقشيراً جائراً مما يقلل من قيمتها الغذائية والأفضل أن تغلى بقشرتها التي يسهل نزعها



شكل ٣٠ - يرى أن نهاية الساق الأرضية انتهت بدرنة

وعلى سطح الدرنة مواضع غائرة تسمى بالعيون (Eyes) تحتوى كل منها على عدة أزرار وتتكون هذه العيون في أباط أوراق حرشفية ، سرعان ما تتساقط وتترك مكانها آثاراً تدل عليها شكل ٣٠

وتحتوى درنة البطاطس على عدد عظيم من الخلايا الممتلئة بحبيبات النشا وعلى حزم وعائية مفككة

٢ - السوق الهوائية Aerial stems

تتحور السوق فتأخذ أشكالا مناسبة للبيئة التي تعيش فيها والعمل الذي تقوم به فيها : -

أولا : الساق المحالقية Stem tendril

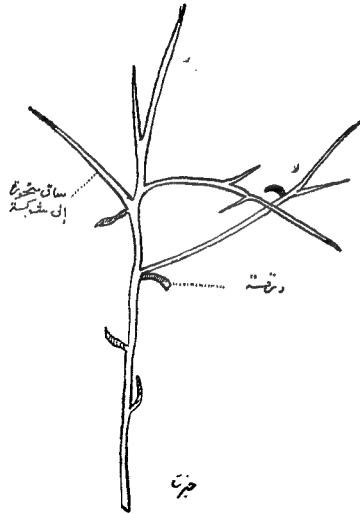
هى ساق أخذت شكل المحلاق قصد التسلق وهى دقيقة وربما تحمل أوراقا حرشفية صغيرة وللساق طرف حساس يلتوى بسرعة إذا لامس جسمًا خشنا فيقبض عليه ويجذبه نحوه ، وبذلك يتعرض النبات للضوء فيمكنه أن يجهز غذاءه بنفسه ويعتبر المحلاق فرعا جانبيا يخرج من إبط ورقة خضراء كما فى نبات Antigonon Sp. أو برعما طرفيا كما فى العنب لأنه يكون مقابلا للورقة الخوصية ولذلك يلاحظ أن التفرع فى العنب تفرع وحيد الشعبة كاذب ، وبما يؤكد أن محلاق العنب ساق لا ورقة أنه يحمل أوراقا صغيرة قد تكون خضراء ، كما أنه مقسم إلى عقد وسلاميات أنظر شكل ٢٣

ثانيا : الساق الشوكية Spines

تكون أطرافها مدببة تشبه الشوكة وهى سوق تحورت هكذا لتقليل عملية النتح وحماية النباتات من الحيوانات الضارة وبما يرهن على أنها سوق أنها تحمل أوراقا تخرج من إبطها براعم تفتتح إما عن أزهار أو أفرع أخرى وهى زيادة على ما مر فإنها تخرج من إبط ورقة خوصية صغيرة كما فى العاقول Alhagi Maurorum ، والسلاساينوزا Zilla spinosa شكل ٣١

ثالثا : السوق المتحورة إلى أوراق Cladode or phylloclade

هى السوق التي تأخذ شكل الأوراق وتوجد فيها المادة الخضراء لتقوم بعملية التمثيل ، إذ الأوراق الخوصية فى هذه النباتات إما أن تكون أثرية أو حرشفية أو معدومة بالمرة وهى تخرج من آباط أوراق حرشفية وتحمل أوراقا حرشفية أيضا



شكل ٣١ - ساق السلافية القمة النامية تحدد بشوكة

توجد فى آباطها براعم كما فى نبات السفندر Ruscus Sp أو تكون مقسمة إلى عقد وسلاميات واضحة وعلى العقد أوراق حرشفية تخرج البراعم الزهرية فى آباطها كما فى الملهبيكيا أو تتحور إلى سوق مفلطحة شحمية متضخمة تغطى بطبقة ثخينة من الكيوتين وتستعمل هذه السوق لتخزين الماء ومنع النتح والأوراق الخضراء تقع بسرعة كما فى التين Opuntia Sp شكل ٣٢ (أ، ب، ج)

رابعا : النتح Torus

هو الجزء النباتي الذي يحمل المحيطات الزهرية وهو ساق قصيرة جدا ذا سلاميات قصيرة وعقد تترتب عليها الأوراق الزهرية فى أربعة محيطات عادة . شكل ٣٣



شكل ٣٥ - مقطع طولى فى برعم نشيط (برعم الكرب)

٢ - البرعم الابطى Axillary bud

أما الذى يكون فى إبط الورقة ويتكشف فيما بعد عن أزهار أو عن فرع يسمى حينذاك ببرعم إبطى خضرى Vegetative axillary bud أو برعم

إبطى زهرى Floral axillary bud

٣ - البرعم الساكن Dormant bud

وهذين النوعين من البراعم السالفي الذكر إما أن يكونا نشيطين وينموان بسرعة إلى أفرع أو أزهار فيقال لهما براعم نشيطة Active buds وإما أن يكونا خاملين ويبقى في خمولهما إلى أن تنبأ لهما الظروف المناسبة لنموهما فينبثقان أفرع أو عن أزهار فيقال لهذا النوع من البراعم براعم ساكنة Dormant buds كما فى نبات العنب vine والحوار poplar

٤ - البراعم الصيفية Summer buds

أوراقها صغيرة وفى ميثاق واحد ومتشابهة تشابها تاما وهى خضراء اللون

٥ - البراعم الشتوية Winter buds

تكون أوراقها التى توجد فى مركز البرعم صغيرة خضراء وفى ميثاق واحد

ومتشابهة ولكن الأوراق الخارجية تكون أوراقا حرسية واقية من البرد ومقللة لبخر الماء كما فى العنب والحوار فى مثل هذه البراعم تكون طبيعة الحراشيف التى تقلل النتج فليزية أو تفرز إفرازات غروية Mucilaginous substance أو إفرازات راتنجية Resinous substance

وقد تنمو شعيرات على هذه الأوراق الحرسية كما فى نبات النبق Zizyphus sp فيساعد على تقليل النتج وعندما تتكشف البراعم الشتوية وتنمو تسقط الأوراق الحرسية أولا وتترك ندبا Scars على الساق تدل عليها ويمكن أن يعين عمر الفرع بعد هذه الندب من أسفل إلى أعلى .

٦ - البراعم العرضية Adventitious buds

والبرعم إما أن يكون إبطيا أو طرفيا كما مر وكل برعم ينمو فى غير هذين الموضعين يسمى برعما عرضيا Adventitious bud وكل الأفرع التى تنمو فى جذوع الأشجار نتيجة نمو البراعم العرضية - وقد تنمو البراعم العرضية على الأوراق مثل ورقة Begonia لأننا إذا أحدثنا شروخا فيها ووضعناها على التربة المندأة بالماء والينابها بالارواء والتروية فإنها تعطي جذورا عرضية أيضا وتحدث نباتات جديدة وكذلك تنشأ البراعم العرضية من الجذور كما يشاهد فى جذور البطاطا والبن .

٧ - البراعم المتتابعة Accessory buds

وفى بعض الأحيان يظهر كثير من البراعم فى إبط ورقة واحدة فيقال لها البراعم المتتابعة accessory buds كما يشاهد فى العنب والبربيرس Berberis والكبارس Capparis والدورتا Duranta

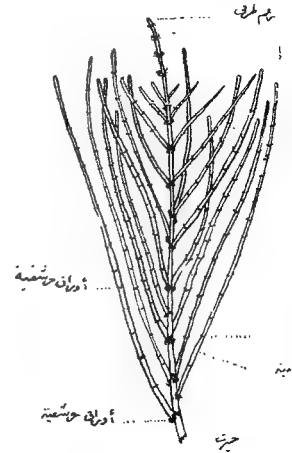
التفرع Branching

التفرع فى النبات له نوعان :

أولا : تفرع غير محدود Racemose branching

تفرع السوق فى النباتات المغطاة البذور فى الغالب جانبي Lateral والتفرع

إما أن يكون تفرعا غير محدود Racemose وفيه البرعم الطرفي يستمر في النمو إلى أعلى، ويعطى استطالة النبات وبذلك تكون الأفرع الجانبية في نظام تدريجي من أعلى إلى أسفل، أى أقصر الأفرع وأحدثها سنا يكون قريبا من القمة النامية، وأطولها وأكبرها سنا يكون لدى القاعدة، وهذا النظام يسمى النظام المتتابع Acropetal succession كما في نبات الكازورينا Casuarina شكل ٣٦



شكل ٣٦ - ساق الكازورينا يرى التفرع غير المحدود

ثانياً : التفرع المحدود Cymose

بلاحظ فيه أن البرعم الطرفي يتكشف عن زهرة تعطى الثمرة أو يعطى محلاقا فيقف عن النمو فيبدأ البرعم الأبطى يعطى فرعاً ينتهى برعمه الطرفى أيضا بإعطاء زهرة أو محلاق وهكذا والتفرع المحدود إما أن يكون :

١ - كاذب الشعبة : إذا كانت ورقة واحدة أسفل البرعم الطرفى الذى وقف عن النمو فالبرعم الأبطى يعطى فرعاً واحداً وبذلك يسمى التفرع كاذب الشعبة الواحدة كما في العنب شكل ٢٣ والبيتونيا شكل ٢٧



شكل ٣٧ - ساق البيتونيا يرى أن القمة النامية وقفت عن النمو بإعطاءها زهرة

وفي هذه الحالة يرى أن محور النبات يتكون من عدة محاور .
٢ - كاذب الشعبين : إذا كان نظام الأوراق متقابلاً على الساق فإن البرعمين الإبطيين المتقابلين يعطيان فرعين متقابلين يفوقان الفرع الأسمى فى الاستطالة لأن البرعم الطرفى وقف عن النمو شكل ٣٨

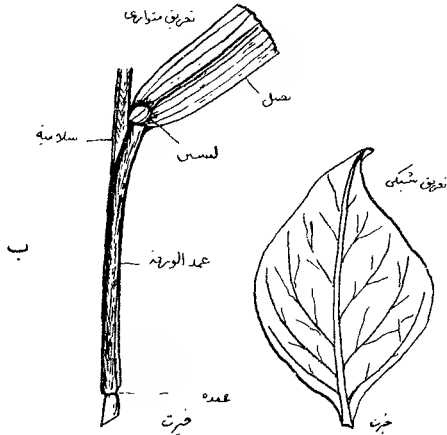


شكل ٣٨ - ساق كاذب الشعبين

٣ - كاذب الشعب : والتفرع كاذب الشعب إذا كان على العقدة الواحدة أكثر من ورقتين وتغطى البراعم الإبطية أفرعاً والبرعم الطرفى يقف عن النمو شكل ٢٩

النبات المختلفة وزيادة على ذلك فإنها تكسب النصل الرقيق المفطوح قوة ومثانة ضد المؤثرات الخارجية من أمطار ورياح . يمر في نصل الورقة عرق وسطي (Main vein) Midrib يتفرع على الجانبين إلى أفرع جانبية ، وهذه إلى أصغر وأدق منها ، حتى تظهر متشابكة بعضها مع بعض وتكون ما يسمى بالتعريق الشبكي ، كما في أوراق نباتات ذات الفلقتين ، وقد يخترق نصل الورقة من أصله إلى قته أكثر من عرق وسطي واحد ، وهذه تكون متساوية في الغلظ وتفرع منها عروق جانبية أدق منها فيستكون من ذلك التعريق الشبكي الراجح .

وأما أوراق نباتات وحيدة الفلقة فظام التعريق فيها متواز أما طويلا كما في القمح أو عرضيا كما في الموز إذ يكون العرق الوسطي ، موازيا على الجانبين عروفا أدق منه وهذه تتقاطع عرضيا مع عروق غاية في الدقة . والعرق الوسطي يكون ظاهراً تماماً على السطح السفلي من النصل ويقابله على السطح العلوي تجويف طولي شكل ٤٠ وقد يكون التعريق في أوراق النباتات ذات الفلقة شبكياً كما في القلقاس



شكل ٤٠ - التعريق في الأوراق
(أ) تعريق شبكي (ب) تعريق متواز



شكل ٣٩ - ساق أم اللبن Euphorbia يظهر التفرع كاذب الشعب

الورقة The Leaf

الورقة هي الصحيفة الخضراء التي توجد على السوق لتؤدي وظائفها المختلفة وتتركب من النصل والعنق والقاعدة وقد توجد على جانبي القاعدة أذيتان Two stipules وقد تكون الورقة جالسة Sessile أى ليس لها عنق

نصل الورقة The Leaf Blade

نصل الورقة عبارة عن صحيفة خضراء لامعة اللون وقد تغطي بشعيرات أو مادة شمعية أو أشواك وهي إما أن تكون كاملة الحافة أو مفصصة . أو مسننة . أو يكون النصل متركباً من عدة وريقات وهذه الوريقات إما أن تنشأ عن تفرعات من حافة الأوراق الأولية (الناشئة) The Primordia مثل الورد أو تنشأ من تشقق النصل الصغير ، الملتف عند ما ينبسط كما في أوراق الخيل .

وأوراق النباتات ذات الفلقة الواحدة عادة بسيطة وقد تكون مركبة ريشية كما في العائلة النخيلية وأما أوراق النباتات ذات الفلقتين فتكون عادة إما بسيطة كورقة الدورتا أو مركبة كورقة الفول أو مركبة متضاعفة كورقة السنط .

تعرق الأوراق The leaf venation

العروق هي الحزم الوعائية التي تمر من الساق متشعبة في النصل فتمر فيها الأغذية المعدنية من الساق إلى النصل حيث تهجن هناك وترجع ثانياً إلى أعضاء

ونظام التعريق في أوراق معراة البذور مثل الصنوبر وحيد التعرق وأما في السرخسيات Ferns حيث يوجد كثير من العروق ولا تميز بينها فيلاحظ أنه ذو شعبتين .

نمو الأوراق Development of the leaves

تنمو الأوراق نحواً خارجياً من درماتوجين وبريلم القمة النامية للنبات وتظهر كنشوء أو انتفاخ غير مقسم يقال له الأوراق الأولية Primordia وتشغل الورقة الصغيرة عادة جزءاً من محيط القمة النامية أو قد تحيط بها فتصمو إلى عدة أوراق نحواً متساوياً من عقدة واحدة وتظهر فيما بعد في نظام سواري حول الساق .

يستطيل الساق عادة بقعته النامية ولكن نمو الورقة الأولية The leaf Primordia محدود إذ يستمر نموها مدة قصيرة عند قمتها ثم يقف هذا النمو وقة الورقة تنمو سريعاً أكثر من باقي أجزائها وتحول إلى نسيج مستديم ، ولذلك تحفظ الورقة النقطة النامية للبرعم وأما النمو الآخر الذي يحدث في الورقة فيكون نمواً بينياً Intercalary growth إذ يتبدى عادة تحويل النسيج الابتدائي إلى نسيج مستديم من القمة ويتدرج حتى يصل القاعدة

عمر الأوراق Duration of the Leaves

في كثير من النباتات تعمر الأوراق مدة أقل من الأفرع التي تحملها فعند ما يحل فصل الشتاء مثلاً تسقط الأوراق وتترك ندبا Scars تدل عليها .

والنباتات التي تستمر عليها الأوراق نشيطة في عملها عدة فصول تسمى دائماً الخضرة Evergreen وأما التي تسقط فيها الأوراق في أي فصل من الفصول فتسمى متساقطة الأوراق Deciduous

ويتوقف الزمن الذي تمكثه ورقة ما من النبات - بعد تكونها - على نوع الشجرة ، وعلى المناخ والموقع ، والتربة ، وغير ذلك من الشروط ، ففي الحناء مثلاً تبقى الأوراق في الغالب على الأفرع في أثناء الشتاء وتسقط عند تفتح براعم جديدة في الربيع ، وفي بعض المخروطيات لا تبطل الأشجار حتى تبلغ من العمر عشرين

أو أكثر . وليس سقوط الورقة أو الورق من السوق مجرد وقوع الميت الداليل منه بفعل الصقيع والحرارة المفرطة ولكنه عملية فسيولوجية مستقلة تحصل من تفكك أنسجة النبات الموجودة بين قاعدة الورقة والساق وسنشرح هذه العملية في باب تشريح الورقة .

أشكال الأوراق المختلفة Different forms of leaves

مع أن أوراق النباتات المختلفة ذات أصل ، وموضع واحد ، إلا أنها تختلف في الشكل بالنسبة للوظائف المتباينة التي تؤديها وهي على أنواع منها : -

١ - أوراق فلقية Cotyledons

الفلقات تكون الجنين مع الريشة والجذير وتستعمل لتخزين الغذاء مثل بزور الفول والفاصوليا واللوبيا والعدس وقد تستعمل للتمثيل كما في بزور القطن والخروع والقرع وقد سبق شرح هذه الفلقات في باب البزور وأنباتها

٢ - الأوراق الحرشفية Scale leaves

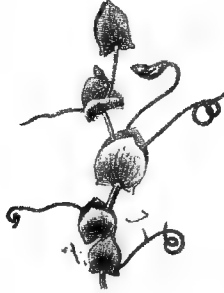
هي أوراق بسيطة جالسة خالية من المادة الخضراء وهي في الغالب عبارة عن قواعد الأوراق التي فقدت أنصافها . إما بعد النمو أو من المبدأ . إذ الجزء القاعدي من الورقة الأولية Primordia ينمو ليُكوّن القاعدة . أما الجزء الطرفي منه الذي يُكوّن الصل والعنق عادة فيقف عن النمو بتاتا وقد تكون الورقة الحرشفية رقيقة مثل الأوراق الخارجية الجراء ، في البصل ، والأوراق التي تغطي السلاميات في الكورمات Corms ، أو تكون خفيفة التشحم كما في الجير وسليم Jerusalem أو تكون شحمية يضام مكثفة بالغذاء كافي قواعد الأوراق الداخلية للبصل ، وتكون أيضا مغلفة البراعم الشتوية كما في الحور والجنب أو التي تخرج من آباطها الأفرع المتحورة الخضراء مثل الرسكس والاسبرجس

٣ - القنابة Bract

قد تحمل الأوراق أزهاراً أو نورات في آباطها فتسمى الأوراق قنابات . وهذه القنابات غالباً أصغر وأبسط من الأوراق العادية والقنابة تكون ذات لون

٦ — المحاليق Tendrils

للنباتات المتسلقة بعض أوراق شكل ٤٢ أو وريقات شكل ٤٦ منحورة إلى شكل محاليق وهي عبارة عن أعضاء رفيعة مستديرة لها حاسة اللمس، ولها قدرة الالتفاف حول أى دعامة تلبسها. مثل وريقات البازلاء



شكل ٤٢ - ورقة نبات (من العائلة البقية)
(١) اذنبان متورقان (ب) الورقة جميعها تحولت إلى شكل محلاق

٧ — الأشواك Spines

قد تتحول الأوراق إلى أشواك لحاية النبات من الحيوان وكذلك لتقليل النتح، فتأخذ الورقة شكل الشوكة كما في البرتقال والبريرس شكل ٤٣ أو تكون قبة الورقة حادة جدا كما في نوع الصبار Aloe . أو تكون حافة الورقة حادة شوكية كما في ورقة البريرس الخضراء .
٨ — أوراق النباتات المسائية :

هذه الأوراق أنواع ثلاثة : نوع يغمره الماء ويغطيه وآخر يطفو فوقه ، وثالث لا يتصل بسطح الماء إلا بمنقعه

(١) فالنوع الأول تقسم أوراقه إلى شرائط ، خالية من الثغور ، وقد تتكون على بشرتها مادة الكيوتين الرقيقة وتكون ذات فجوات واسعة داخلية ، وتشتمل

أخضر أو تتلون بألوان أخرى كما يحدث ذلك في قنابات الجهنمية الحمراء، التي ترى في إبط كل منها زهرة شكل ٤١ وتسمى القنابة الزهرية التي تكتنف أزهار النجيليات بالقنايع Glumes وفي النخيل ترى قنابة عظيمة تغلف كل النورة وتسمى بالقنوة Spathe



شكل ٤١ - قنابة الجهنمية
(١) قنابات مقفولة (ب) قنابتين في إبط كل منهما زهرة

٤ — الأوراق الزهرية Floral leaves

إن التخت الذي هو عبارة عن فرع ذا سلاميات قصيرة جدا ، وعقد متقاربة بعضها من بعض ، يحمل أوراقا زهرية عادة تكون مرتبة في أربعة محيطات من الخارج إلى الداخل : الكأس ثم التويج ثم الطلع ثم المتاع .

٥ — البروفيل Prophylls

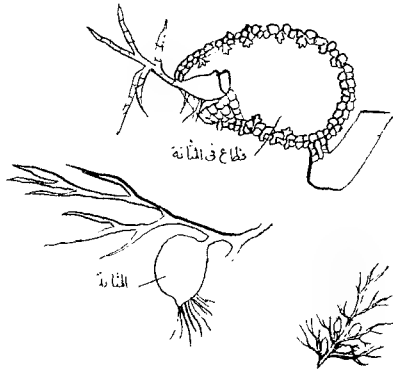
هي أوراق تخالف أوراق النبات العادية فتظهر على بادرة الفول والبازلاء ورتقان قصيرتان جالستان تخالفان أوراقها العادية المركبة وقد تسمى الأشواك التي على ساق البرتقال بروفييل وقد تسمى أيضا القنابات Bracteoles وهي أوراق

بسيطة صغيرة محمولة على قعر الزهرة بالبروفيل Prophyll

(ب) النوع الثاني تركيبه يشابه تركيب سابقه تقريبا إلا أن به ثغوراً على سطحه العلوى
(ج) وأما الأوراق الهوائية فهي أوراق عادية إلا أن الثغور توجد على سطحها السفلى والعلوى على السواء

٩ - النباتات آكلة الحشرات .

هذه النباتات لها أوراق تحورت لاقتناص الحشرات وبها غدد لتفريز الانزيمات التي تستعمل في هضم وإذابة المواد العضوية . وكل هذه الأوراق تحتوى على المادة الخضراء لتمثيل ثلثى أكسيد الكربون الجوى . شكل ٤٥



شكل ٤٥ - نبات اليوتريكيولاريا وقطاع في ثانة الورقة

الاذينات Stipules

الاذينتان العاديتان كما في الورد هما زائدتان على جانبي قاعدة الورقة

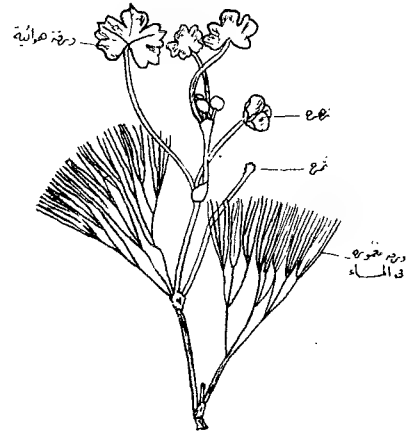
شكل ٤٦



شكل ٤٣ - نبات البريريس

(١) ورقة عادية اساق قزمى (ب) ورقة مركبة من ٣ ورقات متحورة إلى أشواك.

على المادة الخضراء لتمثيل الكربون الموجود في الماء شكل ٤٤



شكل ٤٤ - الأوراق المائية المجراء



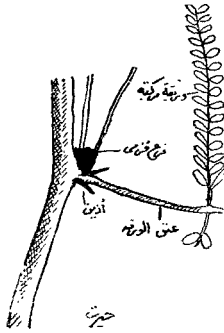
شكل ٤٦ - نبات الورد بين الأذنين العاديتين

وقد تتحول الأذنين على شكل ورقة لتأدية عملية التمثيل الكربوني كما في البازلاء
شكل ٤٧ وقد تتحول أيضاً على شكل أشواك لحماية النبات ، كما في السنط شكل ٤٨

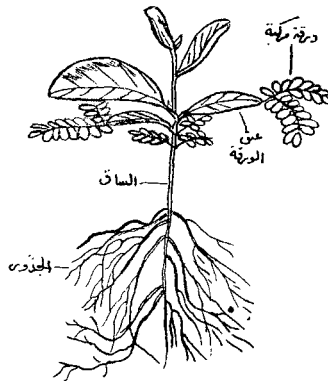


شكل ٤٧ - ورقة البازلاء والأذنين المتورقتان

وقد يتحول عنق الورقة إلى شكل مقلطح كما في بعض أنواع السنط شكل ٤٩



شكل ٤٨ - أذنين السنط المتحورتان إلى شوكتين



شكل ٤٩ - العنق المتورق

نظام الأوراق على الساق Leaf Arrangement on Stems

الأوراق منسقة على الساق تنسيقاً بديعاً وافياً ، وقد تكون متقابلة على
العقد أى أن كل ورقين متقابلتان على عقدة واحدة ، أو تكون الأوراق متبادلة

أى أن كل ورقة على عقدة متبادلة مع الورقة التي فوقها والورقة التي تحتها أو تكون في نظام سواري، إذا كانت أكثر من ورقتين، على عقدة واحدة. والأفراد المكونة لهذا السوار ينفصل بعضها عن البعض دائماً بمسافات زاوية منتظمة قدرها ١٢٠° إذا كان على كل عقدة ثلاث ورقات فاذا وجدت ورقتان على عقدة واحدة كانت كل منهما على مسافة من أختها تساوى نصف محيط دائرة أى أنهما متقابلتان بالذلة ولا تكونان في جنب واحد. شكل ٥٠ (أ، ب، ج)



شكل ٥٠ - بين نظام الأوراق على الساق

(أ) نظام متبادل (ب) نظام متقابل متصالب (ج) نظام لولبي

وفي كثير من الأحيان يلاحظ أن الأوراق موزعة على طول الساق بحيث لا تنشأ عند كل عقدة إلا ورقة واحدة ومثل هذا النظام يسمى بالمتبادل Alternate أو اللولبي Spiral وإذا رسم خط من قاع الفرع إلى رأسه بحيث يمر بقاعدة كل ورقة على التتابع رأينا الخط لولبياً، وإذا قيست المسافات بين الأوراق على طول الساق وجد أنها مختلفة عن ذلك ببعضها على مسافة بوصة وبعضها على مسافة بوصتين، أو تزيد على أن مسافتها الزاوية الكائنة بين الأوراق محدودة ومنتظمة، كما هو الحال في النباتات ذات النظام السواري ويعبر عن الافتراق أو مسافة الزاوية في العادة بكسر من المحيط. ففي النجيليات يكون الافتراق أى أن اللولب في

مروره من ورقة إلى أخرى يلف حول $\frac{1}{2}$ محيط الساق وفي السرو يكون الافتراق $\frac{1}{3}$ وأما في الكمثرى والبرقوق فإن مسافة الزاوية $\frac{1}{3}$ من المحيط والافتراقات التي تغلب مشاهدتها $\frac{1}{4}$ ، $\frac{1}{5}$ ، $\frac{1}{6}$ ، $\frac{1}{7}$ ، $\frac{1}{8}$ وبعد الفحص يرى أن هذه الأوراق اللولبية النظام موضوعة في سطور طولية مستقيمة على طول الساق. والنباتات ذات الافتراق الذي يساوى $\frac{1}{2}$ المحيط يكون لها سطران وما كان الافتراق فيها $\frac{1}{3}$ ثلاثة أسطر وما كان $\frac{1}{4}$ خمسة أسطر وهلم جرا تبعاً لما يدل عليه رقم المقام من الكسور.

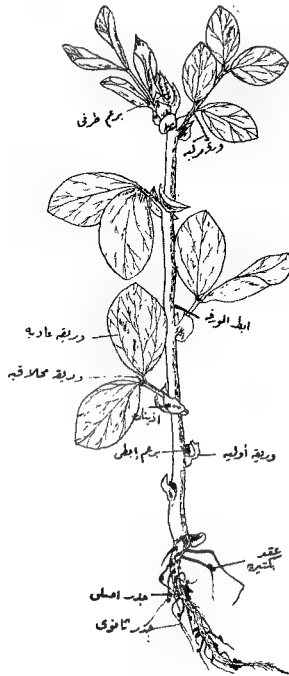
وإذا انتخبنا أية ورقة من سطر من الأسطر، وتبعنا طريق اللولب حول الساق وهو يمر على كل ورقة تالية للورقة التي ابتدأنا منها حتى يصل إلى ورقة أخرى على نفس السطر، كان عدد الأوراق الملموسة من غير أن نحسب الورقة الأولى مساوياً رقم المقام من الكسور الدالة على مقدار الافتراق الزاوى. وكان البسط دالا على عدد اللفات الكاملة التي يسير فيها اللولب حول الساق مثال ذلك: إذا كان افتراق زوايا الأوراق على فرخ شجرة الكمثرى $\frac{1}{3}$ وانتخبنا ورقة بمثابة نقطة الابتداء فإن الخط اللولبي يمر مرتين حول الساق حتى يصل إلى الورقة الثانية من نفس السطر. وفي سيره كذلك يلمس قواعد خمس أوراق ولكي يمكن معرفة نظام الأوراق على أى فرخ يجب ملاحظة قواعد الأوراق لا اتصالها إذ أن موقع الاتصال يتأثر بمؤثرات خارجية ولا سيما الضوء، وقوة الثقل، وقد يحدث أن تتلوى الساق في أثناء نموها فيترتب على ذلك انتقال الأوراق من مواضعها الطبيعية. وهذا وانتظام الأوراق على الساق يتوقف على مافي النبات الحى من القوى الباطنية وفائدة هذا النظام أن يجعل جميع الأوراق معرضة بالتساوى للضوء والهواء فلا تتقف إحداها في سبيل مطلب غيرها بخلاف ما إذا كانت الأوراق موزعة بغير نظام

تغطي بدورها عروقا أصغر وأدق منها، وهكذا إلى أن يتكون التعريق الشبكي .
الخافة كاملة — القمة دائرية ويوجد في وسطها على امتداد العرق الوسطى سن
دقيق جداً .

الأوراق الأولية Prophylls بلا حظ بالقرب من قاعدة الساق وورقتان
بسيطتان جالستان تخالفان الأوراق العادية و ينمو في ابط كل منها برعم .

ثالثا — البراعم Buds

البرعم إما أبطى أو طرفي . فالأبطى يخرج من أبط الورقة — نشيط .



شكل ٥١ - نبات الفول

وصف عام للنبات

نبات الفول Vicia faba L.

١ — الجذر Root

اصلي — وتدنى — لأنه نتيجة نمو الجذر Radicle — عليه جذور ثانوية
متعامدة معه تقريبا وتشبه في الشكل والوظيفة ومترتبة عليه بنظام التعاقب القمى
Acropetal succession — أبيض مصفر — خلى من المادة الخضراء — عليه
عقد بكتيرية لتثبيت الأزوت الجوى

٢ — المجموع الخضري Shoot System

أولا — الساق : Stem

عشبية — في المقطع العرضي تظهر مربعة الشكل — جوفاء — خضراء اللون
لوجود مادة الكلوروفيل — مقسمة إلى عقد Nodes عندها تحمل الساق
الأوراق وبين كل عقدتين سلامية Internode — تحمل الأوراق في أبطها براعم
وينتهي برعم طرفي .

ثانيا — الورقة Leaf

مركبة — ذات أذبتين متحورتين إلى شكل ورقة للتمثيل ذات عنق نظامها
على الساق متبادل ولولفنا خطا حول الساق مبتدئين بقاعدة ورقة وما رين بقواعد
الأوراق التي فوقها نرى أن الخط يلف لفة واحدة ليصل إلى الورقة التي في صف
الورقة الأولى وأنه يمر بورتين غير التي ابتدأنا منها وعلى ذلك فالكسر الذي بسطه
عدد اللفات ومقامه عدد الأوراق التي يمر بقواعدها الخط ماعدا التي ابتدأنا
منها هو ½

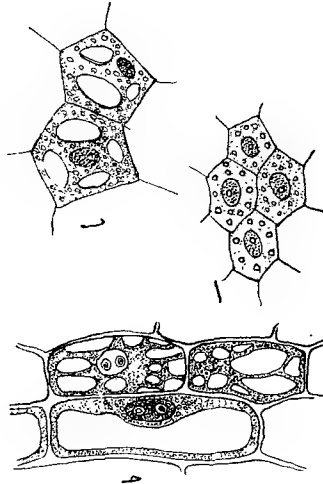
الورقة إما عادية وإما متحورة إلى شكل محلاق تنتهي بها الورقة المركبة
والورقة العادية لها عنق قصير — العرق الوسطى ظاهر على السطح السفلي للتصل
يقابله تجويف على سطح النصل العلوى — يتفرع منه على الجانبين عروق وهذه

الباب الثاني

(١) تشريح النبات Anatomy of plant

The cell الخلية

تبنى اجسام النباتات الرقيقة من وحدات صغيرة Small units كاتبنى البيوت من الآجرو الخشب مع البون الشاسع بين الودتين لأن الوحدة النباتية حية غالبا، وتكون في بدء حياتها ذلت أحجام متماثلة واشكال متشابهة ومحتوياتها واحدة، وبعد ذلك تنمو وتكبر وتتغير تبعا للوظيفة التي تؤديها للنبات - هذه الوحدات تسمى بالخلايا Cells شكل ٥٢



شكل ٥٢ - الخلايا النباتية . لاحظ محتوياتها ،
(١) خلايا مرستية (ب) ، (ج) خلايا بالغة

ويغطي بأوراق خضراء فهو صيفي - والبرعم الذي يخرج من ابط الورقة الاولى خضري وأما التي تخرج من آباط الأوراق العادية في العادة تكون زهرية أما البرعم الطرفي فهو نشيط أيضا صيفي ومغنى بأوراق خضراء ويستمر في نموه ليعطى استطالة الساق .

رابعا - وبلاحظ بين الجذر والساق وجود بقايا للفلقتين الباقيتين تحت سطح الارض ولذلك فالانبات أرضى وهما ضامرتان لنفاذ المادة الغذائية منهما . وهذا يدل على أن فائدتها غذائية محضة لأن كل الغذاء الموجود في الجنين مخزن فيها ولذلك فهذه البزرة لا أندوسبرمية Exendospermous شكل ٥١
حيث أن النبات غير مزهر في هذا الوقت فلا ضرورة لشرح الزهرة والتورة والثررة والبزرة وهذه جميعها تشرح في باب غير هذا



وتتكون الخلايا من بروتوبلازم Protoplasm (سيتوبلازم ونواة) وتحاط هذه الكتلة اللزجة بجدار خلوى Cell wall مع أن بعض أنواع الفطر مثل Plasmodium of myxomycete وكذلك الخلايا الحيوانية ليس لها جدار خلوى والخلية النباتية عادة صغيرة جدا حتى لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة بل يجب استعمال المجهر Microscope عند فحصها مع أن بعض النباتات تشتمل على خلايا كبيرة مثال ذلك الخلية الانثوية The megaspore of cycas لنبات السيكاس التي تنمو حتى يبلغ قطرها سنتيمترا واحدا ولكن الخلية الحيوانية كبيرة مثل بيضة الدجاجة أو النعامة

المحتويات الحية في الخلية The living cell contents

توجد داخل الجدار الخلوى مادة لزجة يقال لها بروتوبلازم ويعبر عنها بمادة الحية في الخلية ، وتشتمل على سيتوبلازم Cytoplasm ونواة Nucleus وبلاستيدات Plastids

١ - السيتوبلازم Cytoplasm

مادة هلامية تملأ جميع حيز الخلية الانشائية وفي حالة الخلية البالغة تبطن الجدار الخلوى من الداخل ، وتحيط بفجوات الخلية وترسل خيوطاً سيتوبلازمية تتعلق بها اللواة .

وبرتوبلازم الخلايا النباتية متحد ببعضه مع بعض بخيوط سيتوبلازمية غاية في الدقة ولا يمكن رؤيتها بالمجهر العادى وتعرف هذه الخيوط بالبلاسموديزمز Plasmodesmas وهذه الخيوط تمر من الثقب Pits وقد تخترق كل غلط الجدار الخلوى ، وهذه الطريقة تتصل جميع أنسجة النبات فيسهل نقل الأغذية والاحساس بين الخلايا .

٢ - البلاستيدات Plastids

تنشأ البلاستيدات من بلاستيدات كانت موجودة من قبل بالانقسام وهى كائنات لا يمكن أن توجد الامن موجود من نوعها وهى توجد منغمسة في

السيتوبلازم وتتلون بألوان مختلفة حمراء أو صفراء أو زرقاء وتسمى كروموبلاستيدات Chromoplasts أو تكون خضراء اللون لوجود مادة الكلوروفيل وتسمى كلوروبلاست chloroplasts أو تكون عديمة اللون وتسمى ليكوبلاستيدات Lencoplasts وكل منها يمكن تحويله إلى الآخر فثلا البلاستيدات عديمة اللون توجد في الأجزاء النباتية البعيدة عن الضوء ، فإذا تعرض العضو إلى ضوء الشمس فسرعان ما تتحول إلى البلاستيدات الخضراء والعكس يمكن وكذلك الحال في الفواكه التي تكون في مبدأ أمرها خضراء فإنها تأخذ الألوان المختلفة الخاصة بها من أحمر أو أصفر أو بى أو غير ذلك

ولكل بلاستيدة وظيفة خاصة بها فثلا الكلوروبلاستيدات تعمل على تمثيل الكربون الجوى وتحويله إلى مواد كربوهيدراتية بمساعدة الضوء والماء والحرارة المناسبة . والكروموبلاستيدات تعطي الفواكه والبرور والأزهار الألوان المختلفة وكذلك الجذور مثل جذر اللفت والبنجر . وأما الليكوبلاستيدات فتوجد في أعضاء النباتات الأرضية وتحول السكر إلى نشا حيث يخزن مثلاً في الدرنة ، ومع هذا فانه إذا عمل قطاع عرضى في ساق البليونيا Pellionia يمكن ملاحظة تحويل الكلوروبلاستيدات الصغيرة المستديرة إلى الليكوبلاستيدات الكبيرة المفطحة متصلة بحبيبات النشا في دور التكوين .

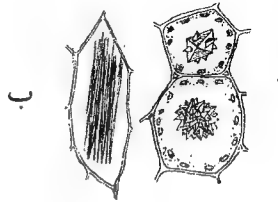
٣ - النواة Nucleus

النواة جزء مهم في الخلية يؤدي كثيراً من النشاط الخضرى في الخلية وخاصة النشاط التناسلى .

وتتركب النواة من شبكة كروماتينية Chromatin network مكونة من قضبان صغيرة تسبح في سائل يعرف بالسائل النووى Nuclear Sap. وعند تقاطع تلك القضبان بعضها ببعض توجد أجسام تعرف بالنوئات karyosomes أو (كروماتين نيوكليائى Chromatin Nucleoli) ويحيط بالنواة من الخارج غشاء رقيق هو الغشاء النووى Nuclear Membrane كما في شكل ٥٣

وقد يوجد داخل النواة جسم كرى واحد أو أكثر يسمى بالنوية Nucleolus

وتوجد مواد مختلفة منغمسة في السيتوبلازم ومحاطة به مثل بلورات أكسالات الكالسيوم وتكون عادة على شكل إبر في حزم ويقال لها Raphides شكل ٥٤ وحبيبات كرية من الزيوت Oil globules وحبيبات صغيرة غير



شكل ٥٤ - بلورات معدنية

(١) بلورات مختلفة (ب) رافيدس

منتظمة من البروتين وحبيبات الألارون Aleurone وتتركب من مادتين الأولى الاجلوبويد Globoid التي تتكون من مادة الجلوبولين بترتبة بفسافات الكالسيوم والمغنسيوم . والثانية الكريستالويد Crystalloid التي تتكون من أكسالات الكالسيوم كما في بزور الخروع شكل ٥٥ وكذلك يوجد كثير من أنواع حبيبات النشا المختلفة الأشكال ،



شكل ٥٥

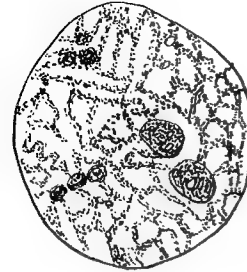
خلية من بذرة الخروع

(١) الاجلوبويد

(ب) الاكريستالويد

والتكوين كما في البطاطس (١) شكل ٥٦ والبسلة شكل ٥٧ والأرز شكل ٥٨ والقمح والشعير شكل ٥٩

(١) البطاطس تشتمل على نشا بمقدار ٢٠٪ / ٧٠٪ والقمح ٧٠٪ / وحجم حبيبات النشا يتراوح ما بين ٠.٢ و ١٧٠.٠ م و أما حجم حبة النشا في البطاطس فيبلغ ٩.٠ و ٠.٠ م والدوائر Stratification التي تظهر في حبة النشا نتيجة اختلاف كثافة الطبقات الشوية المتتابعة بعضها خارج بعض فالدوائر الأكثر كثافة تظهر لامعة بانعكاس الضوء عليها وهي متبادلة مع الدوائر الأقل كثافة الباكنة اللون والسررة Hilum . مركز تكون الحبة وتظهر في حبة نشا البطاطس على جنب في المظهر السطحي . ونشا البطاطس يوجد له ثلاثة أنواع :

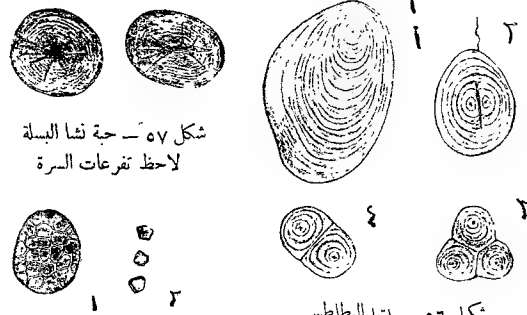


شكل ٥٣ - النواة ، لاحظ محتوياتها ،

والنواة وخاصة الشبكة الكروماتينية ، أهم جزء في الخلية من الوجهة الحيوية إذ أن الخيوط الكروماتينية تحمل عوامل الوراثة Inheritable factors التي يرثها الابن عن الأبوين سواء أكان نباتاً أم حيواناً . ويمكن الاستدلال على أهمية النواة أيضاً بقطع الخلية إلى قسمين يشمل الأول منهما نصف البروتوبلازم بما فيه النواة ويكون الثاني خالياً منها أما القسم الأول فينمو ويستعيد ما نقص منه وأما الثاني فيموت بعد فترة من الزمن

المحتويات الميتة في الخلية The nonliving cell contents

في سيتوبلازم الخلية البالغة كثير من الفجوات ملأته بالسائل الخلوي Cell Sap. وإليه يعزى غالب الطعم الخاص في الفواكه والخضر التي نأكلها بالنسبة إلى المواد الناتجة فيه أما البروتوبلازم والجدار الخلوي فلا طعم فيها ويتركب هذا السائل الخلوي من مواد كثيرة مختلفة وفي بعض الأحيان تكون هذه المواد متبلورة ، فمن هذه المواد الأنثوسيانين Anthocyanins وهي المادة الملونة للعصير الخلوي كما في تبتلة الجرايتوم والسكر مثل المالتوز Maltose والدكستروز Dextrose وسكر القصب Saccharose وكثير من الأملاح المعدنية والعضوية وكذلك يوجد الأنثوليون Inulin وهي مادة كربوهيدراتية Carbohydrate مخزنة في حالة ذوبان .



شكل ٥٧ - حبة نشا البسلة
لاحظ تفرعات السرة

شكل ٥٦ - نشا البطاطس
(١) الحبة البسيطة (٢) الحبة نصف المركبة
(٣) حبة مركبة
شكل ٥٨ - نشا الأرز
(١) الحبة المركبة
(٢) حبيبات بسيطة

وزيادة على ذلك توجد في السيتوبلازم بعض الدهون Fats والبروتينات

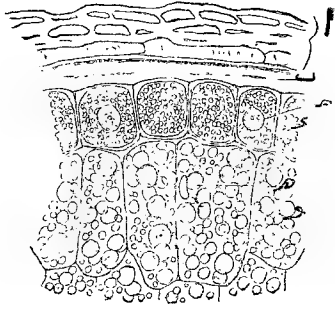
١ - البسيطة Simple starch grain وهي عبارة عن حبة مفردة ذات نواة على جنب تحيط بها دوائر من النشا غير منتظمة .

٢ - حبة نصف مركبة Half compound starch grain تشتمل على سرتين منفصلتين تحيط بهما عدة دوائر من النشا

٣ - الحبة المركبة Compound Starch grain هي حبيبات مجمعة بعضها مع بعض كل منها له سرة ودوائر نشوية حولها ويحيط بها من الخارج جميعها دائرة نشوية وقد تكون حبتان أو ثلاثة كما في درنات البطاطس أو أكثر من ذلك كما في الشوفان والأرز

كيف تتكون حبة النشا

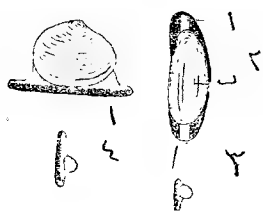
إذا أحاطت البلاستيدات العديمة اللون السرة (أصل منشأ حبة النشا) من مبدأ تكونها اتجت دوائر نشوية حولها منتظمة وتسمى هذه الحبة مركزية Concentric أما إذا كانت البلاستيدات العديمة اللون متصلة بالسرة في جنب منها فتتكون الحبة سريعاً في الجانب الملاصق للبلاستيدة أكثر من الجانب البعيد عنها ويقال للحبة جانبية Excentric السرة



شكل ٥٩ - مقطع في حبة القمح

(١) الغلاف البشري (ب) الغلاف البشري
(٢) نواة (د) طبقة الأليرون
(٣) حبة نشا (و) خلية تجمع فيها حبيبات النشا

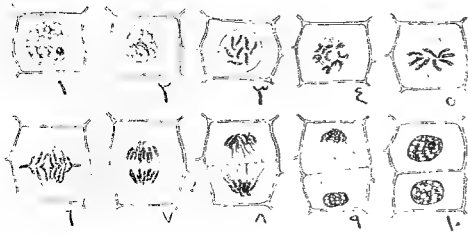
والكربوهيدرات على حالته تعليق in suspension أو على حالة غروية in colloidal condition وكذلك توجد أملاح معدنية وانزيمات ولكن غالبية تركيب السيتوبلازم هو الماء .



شكل ٦٠ - تكون حبيبات النشا من البلاستيدات العديمة اللون

(١ و ٣ و ٥) منظر جانبي (٢) منظر سطحي
(١) بلورة بروتينية (ب) حبيبة نشا

- (٢) ينقسم هذا الخيط الى عدد من القضبان تسمى كروموسومات Chromosomes
 (٣) ثم تظهر الخيوط المغزلية Spindle shaped fibres وتعلق بها القضبان الكروموسومية
 (٤) ثم تختفي النويات Nucleolus والجدار النووي Nuclear membrane
 (٥) تترتب القضبان الكروموسومية في الوسط
 (٦) وينشطر كل منها طوليا شطرين متساويين ومتشابهين
 (٧) ثم يتحرك نصف القضبان الكروموسومية الى احد القطبين (Pole)
 (٨) ثم تتحد قضبان كل مجموعة مكونة بذلك شبكة كروماتينية نووية جديدة
 (٩) ثم يظهر بعد ذلك في الوسط غشاء من السيتوبلازم يفصل النواتين الجديدتين بعضهما عن بعض فتكون خليتان من الخلية الاولى وهكذا



شكل ٦١ - انقسام غير مباشر

(١ - ٤) الطور التحضيري (٥، ٦) الطور الانقسامي
 (٧، ٨) الماور الانتصالي (٩) الطور النهائي (١٠) تكون خليتين

ملاحظات : —

- (١) في كل قطب من قطبي الخلية الحيوانية جسم يتصل بالخيوط المغزلية ويقال له سنترسوم Centrosome
 وأما الخلايا النباتية فلا يوجد بها هذا الجسم الا في بعض حالات خاصة
 (٢) يتكون الاندوسبرم بطريقة الانقسام المباشر الا أن الجدر التي تفصل الخلايا البنية لا تكون ولذلك يلاحظ ان الخلية تشتمل على أكثر من نواة وهذا الانقسام يسمى بانقسام النواة Free nuclear division ومثل هذه الخلايا

انقسام الخلية Cell division

يبدأ النبات حياته كخلية واحدة تأخذ في الانقسام إلى عدد كبير من الخلايا يتكون منها أعضاء النبات المختلفة
 تقوم النواة بالدور المهم في انقسام الخلية إذ تنقسم هي أولاً إلى قسمين ينفصلان بعضهما عن بعض بجدار من السيتوبلازم فينشأ من الخلية خليتان متشابهتان وهناك طرق مختلفة لانقسام النواة
 أوالا - الانقسام المباشر Amitosis

هذا الانقسام عبارة عن ظهور انقباض في النواة يتعمق شيئاً فشيئاً في باطنها إلى أن يقسمها إلى قسمين متساويين ويتبعها انقسام السيتوبلازم وبذلك تنقسم الخلية إلى خليتين متساويتين ومتشابهتين وهذا الانقسام عادة في خلايا النباتات الدنية مثل البكتيريا والخميرة

والقاعدة العامة في النباتات الراقية هي أن تنمو خلاياها حتى تبلغ حجماً خاصاً عنده تنقسم النواة بطريقة أكثر تعقيداً منه في الحالة السابقة يقال لها كاريوكinesis Karyokinesis والنتيجة أن تنقسم الخلية إلى خليتين كل له نواة وانكاريوكinesis له طريقتان في الانقسام احدهما تسمى الانقسام غير المباشر Mitosis التي تختص بانقسام خلايا جسم النبات والثانية تسمى الانقسام الاختزالي Meiosis (Reduction division) ويختص هذا الانقسام بالخلايا التناسلية (الوحيات وجوب اللقاح)

أانيا - الانقسام غير المباشر Mitosis division

عند ما تبدأ النواة في الانقسام تنقسم القضبان الكروماتينية ثم ينشطر كل منها طولياً شطرين متساويين ومتشابهين ولذلك يكون عدد انصاف القضبان التي تمر إلى كل نواة بنوية يساوي عدد قضبان الأم والشكل (٦١) يبين الطرق التي يتخذها انقسام النواة وإليك الخطوات التي تتبع من المبدأ إلى النهاية
 (١) الشبكة الكروماتينية تصبح منتظمة في خيط مائل Spireme

الكثيرة النويات يقال لها Coenocytes وتوجد أربع خطوات في هذا الانقسام

الأولى تسمى الطور التحضيري Prophase شكل ١، ٢، ٣، ٤

الثانية وتسمى الطور الانقشائي Metaphase شكل ٥، ٦

الثالثة وتسمى الطور الانفصالي Diaphase شكل ٧، ٨

الرابع وهي الطور النهائي Telophase شكل ٩

(٢) الانقسام الاختزالي Reduction division or meiosis

الخلايا التناسلية (حبوب اللقاح والبويضات) تنما بطريقة الانقسام الاختزالي حيث يتخزل فيها عدد قضبان نواتي الخليتين الناتجتين الى نصف عدد قضبان نواة الخلية الأصلية وعلى ذلك فنواة كل من الخلايا التناسلية تحتوي على نصف عدد القضبان الموجودة في خلايا جسم النبات الأصلي وعندما تتحد النواتان الذكرية والانثوية ينتج عنهما نواة عدد كروموسوماتها بقدر العدد الموجود في نويات الخلايا الاعيادية وهذا الانقسام أكثر تعقيدا من السابقين وفيه الاسيريم Spiremes ينقسم إلى أجزاء يشتمل كل منها على قضيين متصلين بأطرافهما ثم يفصل كل قضيب عن الآخر ويتحرك كل منهما إلى قطب من قطبي الخلية ثم تتحد كل مجموعة من القضبان مكونة بذلك شبكة كروماتينية ثم يظهر في الوسط قرص من السيتوبلازم يفصل النواتين بعضهما عن بعض وبذلك يكون عدد الكروموسومات الموجودة في نواة كل من الخليتين الناتجتين نصف عدد كروموسومات النواة الأصلية شكل ٦٢

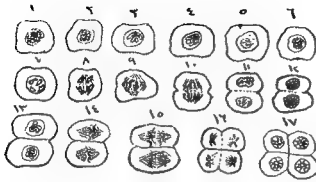
والانقسام الاختزالي Reduction division or heterotypic عادة يتبع

بالانقسام غير المباشر Homotypic or mitosis division

التغيرات التي تحدث في الخلية

عند ما تبدأ الخلية في التحول من الحالة المرستيمية إلى الحالة البالغة تحدث لها عدة تغيرات نلخصها فيما يلي :

١ - زيادة الحجم :



تزداد الخلايا في الحجم وتظهر داخلها كثير من الفجوات Vacuoles التي تكون عادة ممتلئة بالسائل الخلوي Cell Sap. وأما السيتوبلازم فيبطن الجدار الخلوي من الداخل وترسل خيوط منه تتعلق بها النواة في الخلايا الحية مثل الخلايا البارنشيمية والخلايا

شكل ٦٢ - الانقسام الاختزالي

(١ إلى ١٢) الانقسام الاختزالي

(١٣ إلى ١٧) الانقسام غير المباشر

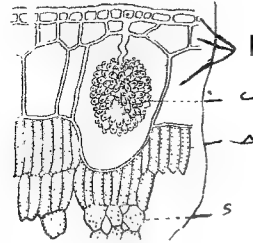
الكورنشيمية والخلايا الكولنشيمية وغيرها، أما الخلايا الميتة فتكون معدومة السيتوبلازم والنواة، أي تكون عبارة عن جدار خلوي يحيط بفجوة فقط كما في القصبات Vessels والقصبيات Tracheides والألياف Fibres

٢ - جدار الخلية Cell wall

إن جدار الخلية الأولى Middle Lamella يبقى رقيقا لمدة ما ثم تتراكم عليه المواد الناتجة من سيتوبلازم الخلايا من كلا الجانبين على حالة سيلولوز وهذا النظم يحصل بطرق مختلفة : إما بتراسب السيلولوز الجديد على القديم بشكل طبقات بعضها فوق بعض أو بتداخل جزئياته في جزئيات السيلولوز القديم حتى يغلظ. وغلظه قد لا يكون تاما بل يترك جزء لا يغلظ من الجدار الرقيق كالأصل وهذا الجزء الرقيق يسمى بالقرقة Pit

والجدار الأولى Primary membrane الذي يصير في وسط الجدار الخلوي بعد غلظه يسمى Middle Lamella ويتربك من بكتات الكالسيوم أو بكتات معادن أخرى وهي قابلة للنوبات في حامض الكلوردرريك المخفف ولذلك يمكن تفكيك الخلايا بعضها من بعض بواسطة هذا الحامض وهي رقيقة دائما إلا عند الأركان تاسع شيئا ما بالنسبة لتقابل عدة جدر خلوية . وفي أحوال «لجنسة» الجدر «وسوبرتها» فإن Middle Lamella «تلتجن»

و «تسوبر». وقد يحدث من المادة السيلولوزية الموجودة في جدار الخلية نموات كثيرة كما في خلايا أوراق الصنوبر أو خلايا بتلات الجرانيم، أو تُرسلُ أجسام معنقة داخل الخلية تغطي بكترونات الكالسيوم، وتشبه عقود العنب ويقال لها Cystoliths كما في أوراق التين Ficus Elastica شكل ٦٣



والغشاء الذى بين النقر Pits يسمى Pit closing Membrane وهو مكون من مادة السيلولوز. والنقر لها أشكال كثيرة منها المستديرة والبيضية وهى إما بسيطة Simple Pits أو مضفوفة Bordered Pits والمواد المتراكمة على الجدار الأصلي إما أن تكون : —

شكل ٦٣ - قطاع في ورقة

أولا : الكيوتين Cutin مادة الكيوتين توجد مغطاة لخلايا البشرة (أ) الستولس (ب) البشرة من الخارج كما أنها توجد فوق الجدار الجانبية لخلايا الاندودرميس Endodermis

ثانيا : السوبرين Suberine

والسوبرين يوجد مترسبا على جدر خلايا الفلين والسوبرين والكيوتين مادتان غير منفذتين للماء ولا للهواء ولكنهما قابلتان للتمدد والانشاء ولذلك نرى النباتات ذات الكيوتين الغليظ Thick Cuticle عندها قدرة العيش في الصحراء مثلا

ثالثا : اللجنين Lignin

وقد تكون المواد المتراكمة على جدر الخلية مادة اللجنين Lignin كما يلاحظ في جدر الأوعية Vessels والقضبان Tracheides والألياف Fibres وهذه المادة تلون باللون الأحمر بصبغة السفرانين وتغطي النبات قوة تجعله يعيش

مستقيما ويقاوم العوامل الخارجية من رياح وأمطار وغيرها

رابعا : المادة الغروية Mucilaginous Substance

وقد تكون المواد المتراكمة على الجدر الخلوية غروية Mucilaginous تجعلها مرنة وبإضافة المرونة إلى الشد الموجود بين الجدر الخلوية تنتج المسافات البينية Intercellular Spaces

خامسا : الصمغ The Gum

الصمغ مادة غروية Mucilaginous matter تكون نتيجة تغير كيميائى يحدث للجدار الخلوى وهو موجود في نباتات مخصوصة مثل أنواع السط

سادسا : السلك Silica

وقد يتحد الجدار الخلوى بأملح السلكا كما في القمح والشعير والذرة وغيرها من النجيليات ولذلك يلاحظ أن حافة الأوراق حادة جدا كالسكين وكذلك توجد أملاح السلكا في بعض أنواع الطحالب الصغيرة مثل Diatoms

سابعا : كربونات الكالسيوم Calcium Carbonate

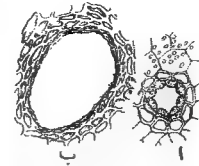
في أحوال قليلة تغطي النباتات بكترونات الكالسيوم كما في نبات الكارا Chara وبعض الطحالب التى تُعزى إليها نشأة السواحل المرجانية والصخور الجيرية

٣- تكوين الفراغات بين الخلايا Formation of Intercellular Spaces

عند ما يتحول النسيج المرستيمى إلى نسيج مستديم وتغلظ الجدر الخلوية نرى الجدر الأولية middle Lamella يتفكك بعضها من بعض عادة بالنسبة لمرونتها والشد الذى يقع عليها من الخلايا المتجاورة فتحدث فراغات هوائية وخصوصا في أركان الخلايا وتكون هذه الفراغات عادة في القطاع العرضى مثلثة الشكل أو رباعية كما هو واضح بين الخلايا البارنشيمية، وقد تحدث الفجوات من عدم نمو خلايا النسيج نموا متساويا ينتج عنه انفصال الجدر الخلوية بعضها عن بعض تماما وهى على أشكال عدة :

أولا - متصل المسافات البينية بعضها ببعض وتفرع إلى أنابيب ضيقة تسمى في جميع أنسجة النبات .

ثانياً - وقد تكون قنوات ذات فجوة كبيرة ناجمة عن تباعد الخلايا بعضها عن بعض وهي متساوية الأقطار Isodiametric وتظهر في القطاع العرضي مستديرة تقريبا وتحاط كل قناة بخلايا بارنشيمية رقيقة الجدر مفلطحة تقريبا تسمى Epithelial Layer وهي تفرز الراتنج Resin الذى يتسرب منها إلى القناة حيث يخزن هناك كما في الصنوبر وتحاط هذه الخلايا البارنشيمية بنطاق من الخلايا الاسكلرنشيمية وتسمى هذه القنوات Schizogenous Canals شكل ٦٤ ا



ثالثاً-نتج هذه الفراغات Lysigenous Cavity كما في برعم القرنفل Eugenia Sp وفي قشرة البرتقال من تكسر وإذابة الخلايا الافرازية البارنشيمية التي لا تزال بقاياها محيطة بالقناة التي ليس لها شكل منظم شكل ٦٤ ب

رابعا - وقد يحدث أن خلايا النسيج جميعه تتجدد ثم تكسر بالنسبة لعدم النمو (١) شيزوجنس (ب) ليسوجنس المتساوى في الخلايا فيتلاشى الجزء الوسطى من النخاع بهذه الطريقة وتموت خلاياه فنصبح السوق جوفاء كما في ساق الفول والقرع .

أنواع الخلايا النباتية Kinds of Plant cells

قد يتركب جسم النبات من خلية واحدة ذات نواة واحدة تقوم بكل الوظائف النباتية كالتناسيل والافراز والتكاثر والتغذية وغيرها مثل السكلاميدومونس وبعض الفطريات والبكتريا أو من خليه واحدة كبيرة ذات نويات كثيرة مثل القنوات اللبنية وخلايا الاندوسيرم وبعض الطحالب أو من مستعمرة من الخلايا لا تميز بين خلاياها كما في البندورينا Pandorina أو من مستعمرة فيها أربعة أنواع من الخلايا كل يؤدي وظيفة خاصة كما في الفلوكس Volvox أو من شريط من الخلايا كما في الاسبيروجيرا Spirogyra وأما جسم النباتات الراقية فيتركب من مجموعة من الخلايا المختلفة بالنسبة

للعمل الخاص الذى تقوم به كل منها ، ويلاحظ أن الخلايا المتشابهة في التركيب والعمل يجمع بعضها مع بعض وتُكوّن النسيج لتؤدي الوظائف المختلفة للنبات . والخلايا النباتية كثيرة منها : خلايا مرستيمية أى خلايا لإنشائية حية وخلايا بالغة وهي إما أن تكون حافظة لمادة البروتوبلازم أى مادة الحياة وخلايا فقدت هذه المادة وصارت ميتة شكل ٥٢ ب ، ح

أولاً : الخلية المرستيمية Meristematic cell

هذه الخلية حية وتشبه قالب الطوب ولها جدار رقيق سيلولوزى يحيط بمادة البروتوبلازم التي تملأ جميع حيز الخلية ولا توجد بها فراغات هوائية نواتها كبيرة بالنسبة لحجمها شكل ٥٢ (١) ولا توجد مسافات بينية بين الخلايا وهي قابلة للنمو والانقسام وهي توجد في مواضع مختلفة من النبات مثل القمة النامية في الجذر والساق وعند العقد ، وبين الخشب واللحاء في الحزم المفتوحة

تحويل الخلية المرستيمية إلى خلية بالغة

تتحول الخلية المرستيمية إلى خلية بالغة بأن تظهر قطرات من الماء داخل بروتوبلازم الخلية وترداد شيئاً فشيئاً في الحجم والعدد إلى أن يتصل بعضها ببعض فيتكون منها فجوة أو عدة فجوات Vacuoles داخل الخلية متمثلة بالعصير الخلوى Cell sap الذى يدفع البروتوبلازم نحو الجدار الخلوى الرقيق فيلتصق به ويكسوه بطبقات جديدة يفرزها عليه فيزيد ضخماً ومثانة ليقاوم بها قوة دفع العصير الخلوى لأن تضخم الخلايا وكبرها ليس معناه أن كمية بروتوبلازمها زادت بل هو تجديد الفجوة أو الفجوات داخلها .

ثانياً — الخلايا البالغة Adult cells

تنقسم الخلايا البالغة قسمين وهما : (١) - الخلايا الحية . (٢) - الخلايا الميتة

(١) الخلايا الحية Living cells

خلايا حية بالغة Living adult cells وهي كثيرة العدد في النبات متنوعة الأشكال مختلفة الوظائف تشتمل على المادة الحية وبروتوبلازم ، وقد فقدت قدرتها

(ج) الخلايا البروزنشيمية Prosenchyma cells

هذه الخلايا تشبه الخلايا السابقة البارنشيمية من جميع الوجوه إلا أن لها أطرافاً مدببة .

(د) الخلايا الكلورنشيمية Chlorenchyma cells

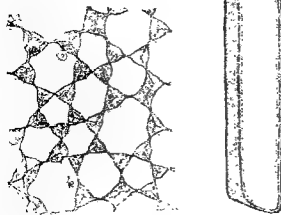
هذه الخلايا بارنشيمية تشتمل على المواد الخضراء في النبات وهي موجودة في قشرة ساق النبات كما في القرع واللوف وعباد الشمس والسهم والبرسيم أو قشرة الأشجار الصغيرة السن .

وأما في الأوراق فزاهما على شكلين خلايا عمادية Palisade وخلايا اسفنجية Spongy cells وسائى الكلام عليهما في باب تشرح الورقة

(هـ) الخلايا الكولنشيمية Collenchyma cells

هذه الخلايا متساوية الأقطار وقد تكون لها أطراف مدببة أو تكون أطرافها

ذات جدار عرضي وتشتمل على مادة البروتوبلازم ويوجد فيها فجوات ممتدة بالعصير الخلوى وجدرها سايولوجية غير متساوية الغلظ لأن أركانها أغلظ من بقية جدرها ولا توجد بين الخلايا مسافات بينة وإذا وجدت كانت ضيقة جداً وتشكون النسيج الميكانيكى في النباتات الصغيرة السن عادة مثل الفول واللوف وعباد الشمس لأنها موجودة في القطاع العرضى داخل طبقة البشرة مباشرة شكل ٦٦

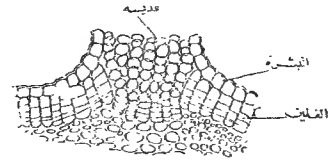


شكل ٦٦ - الخلايا الكولنشيمية

على الانقسام وقتياً ، إذ يمكنها أن تتحول إلى خلايا مرستيمية من جديد ، تعطى الأنسجة المختلفة وهي :

(أ) خلايا البشرة Epidermal cells

وهذه الخلايا مفرطحة ومستطيلة وملصقة التصاقاً تاماً بعضها ببعض وليس بينها مسافات بينية إلا فتحات الثغور والعديسات . Lenticels شكل ٦٥ والجدر



شكل ٦٥ - العديسة - لاحظ ثرق البشرة وتكون الملين ،

الجانبية للخلايا ذات تنوعات متداخل بعضها في بعض تداخلاً يزيد في قوة تماسكها أما الجدر الخارجية فتخينة مغطاة بطبقة من الكبريتين تختلف باختلاف البيئة النباتية فهي غليظة في النباتات الصحراوية لتقلل البخر ، وأما في النباتات المائية فإنها رقيقة جداً ، وقد تنعدم حتى لاتمتنع دخول الماء من جميع أعضاء النبات

(ب) الخلايا البارنشيمية Parenchyma cells

وهي خلايا بالغذخية ذات أقطار متساوية وتكون مستطيلة أو ذات أشكال أخرى وهي تشتمل على مادة البروتوبلازم وفيها فجوات Vacuoles ممتدة بالعصير الخلوى Cell-sap وتحاط بجدار خلوى سيلولوجى رقيق تتخلله نقر بسيطة Simple pits مستديرة أو بيضية وبين الخلايا مسافات بينية Intercellular spaces وتستعمل هذه الخلايا لحزن المواد الغذائية وكذلك لتوصيلها من عضو إلى آخر وفيها البلاستيدات الخضراء التى تستعمل في تمثيل الكربون الجوى والبلاستيدات عديمة اللون

وقد تحفظ الخلايا البارنشيمية بينها فجوة واسعة تستعمل في التهوية أو خزن الهواء يقال لها أرنكيما Aerenchyma كما يشاهد في النباتات المائية

(و) الخلايا الإفرازية Secretory cells

وهي خلايا أنبوبية متفرعة في جسم النبات وسيأتي الكلام عليها فيما بعد

(ز) الأنابيب الغربالية Sieve tubes

تتكون هذه الأنابيب من عدة صفوف عمودية من الخلايا وكل خلية ذات طرفين قعى الشكل والحواجز العرضية مثقوبة بثقوب كثيرة فيها يتحدرون وتولزم الخلايا بعضها مع بعض ويقال لهذه الثقوب الحواجز الغربالية Sieve plates وهي خلايا حية محوطة بجدار سيلولوزي رقيق

وقبل تكون الحواجز الغربالية تنقسم كل خلية إلى خليتين كبيراهما خال من النواه وتكون جزءاً من الأنبوبة الغربالية وصغريهما ذات نواة وتكون الخلية المرافقة Companion cell وقد تكون خليتين مرافقتان أو ثلاث لكل خلية غربالية

والخلية المرافقة ذات سيتوبلازم

الكثيف من الخلية الغربالية شكل ٦٧ شكل ٦٧ - الأنابيب الغربالية والخلايا المرافقة والحواجز الغربالية



(ح) الخلايا الميتة Non-living cells

هذه الخلايا هي النوع الثاني من الخلايا البالغة وهي خلايا وصلت نهايتها في الكبر وفقدت مادة الحياة وقدرتها على الانقسام نهائياً وهي على أشكال شتى منها:

(١) الخلايا الاسكرنشيمية Sclerenchyma cells

وهي خلايا ميتة ذات جدار غليظ ملجن يحيط بفجوة ضيقة جداً وتتخلله نقر والخلية عادة مدية الطرفين، وتظهر في القطاع العرضي خماسية الشكل أو سداسية وليس بينها مسافات بينية، ومنها خلايا حجرية Stone cells وخلايا ليفية Fibrous cells شكل ٦٨

(١) والخلايا الحجرية لها شكل الخلايا البارنشيمية تقريباً وتظهر جلية في القطاع العرضي في ثمرة الكثرى في مجاميع محوطة بالخلايا البارنشيمية، وفجوة كل خلية ضيقة غير ظاهرة. وجدرانها غليظة غلظاً غير متساو. وتظهر فيها قنوات طويلة متفرعة يقال لها pit canals (٢) الألياف Fibres ألياف اللحاء وألياف الخشب متشابهة التركيب مكونة من خلايا ميتة ضيقة طويلة ذات أطراف مدية جدرانها غليظة ملجننة مصحوبة بعدد من النقر تغطي أعظم قوة ميكانيكية للنبات، ليقاوم بها التزيق والانحناء وقد يبلغ طول الليفة الواحدة كما في الكتان ٥ سنتيمتر وأكبر طول لهذه الخلية يبلغ ٢٢ سنتيمتراً كما في نبات البهيميريا Boehmeria. ويلاحظ في القطاع العرضي أن هذه الخلايا تصل بعضها ببعض اتصالاً تاماً ولا توجد بينها مسافات بينية

شكل ٦٨ - الألياف

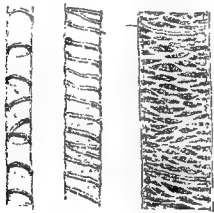
شكل ٦٨ - الألياف

(ب) الأوعية أو القصبات Vessels

تتركب الأوعية من مجموعة صفوف من الخلايا متراسة بعضها فوق بعض

تلاشت جدرانها العرضية حتى صار كل صف منها كأنه أنبوبة أو اسطوانة واسعة طويلة، شكل ٦٩ (أ و ب و ج)

وهذه الخلايا ميتة جدرانها ملجننة غير متساوية الغلظ إذ يتخللها عدد من النقر. وهذه الأوعية تستعمل في رفع الماء الأرضي ومع ذلك تستعمل كقوة ميكانيكية ومتوسط طول الأوعية في خشب البلوط ٤ بوصة وفي خشب البندق والبتولا ٥ بوصات حسب



شكل ٦٩ - الأوعية

(١) تغليظ حلق (ب) تغليظ لولبي (ج) تغليظ شبكي

قياس الأستاذ Adler ويختلف غلط جذر الأوعية اختلافا عظيما يتوقف على وقت تكون الوعاء. فإذا تكونت الأوعية وقت نمو النبات كان الغلط حلقيًا Annular

أو لوليا Spiral

أما إذا تكونت وقت النمو الثانوي فإن جذرها تغلط غلطا شبكيا Reticulate كما في اللوف ، أو ذا قمر مضفوفة ، أو غلطا سليا Ladder كما في خشب الألنص

Alnus

الغلط الحلقي واللوي Spiral and Annular thickening

يتكون هذا النوع من الغلط في الخشب الأولي Protoxylem من رواسب على جذر الوعاء الداخلية ، يتصل بعضها ببعض بوصلة ضيقة وفي أثناء مرور المياه في الوعاء ينتشر الخلزون كالزئبق أو تبعد الحلقات بعضها عن بعض بتمدد الجدار الرقيق الواقع بينها تدريجيا فإذا كان النمو في النبات عظيما جدا وبسرعة تمزق هذه الوصلات ، وتزول الأوعية وتظهر بدلها قناة غير منتظمة Irregular canal كما في ساق القمح والذرة .

الغلط الشبكي Reticulate thickening

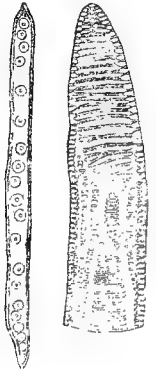
يحدث هذا الغلط من رسوب المواد على الجدار الأصيل السيلولوزي وتكون الرواسب متداخلة بعضها في بعض حتى تعمل شكلا شبكيا كما في ساق نبات القرق واللوف .

النقر المضفوفة Bordered pits

هذا النوع من الغلط موجود بكثرة في أوعية الخشب الثانوي وكل نقرة لها حافتان متداخلتان شكلهما دائري أو كثير الأضلاع ، وفتحة النقرة تظهر كدائرة أو شق صغير فإذا قطعنا أوعية الخشب قطعًا طويلا ظهرت النقرة المضفوفة كدائرتين ذات مركز واحد هو الفتحة والجدار الخلوي الأولي الذي يفصل الخليتين يسمى Pit membrane ويغلظ منه جزء في فتحة النقرة يسمى بالسررة Torus وهذا النظام يقفل ويفتح النقرة حسب الطلب فيمر منه الماء والهواء من وعاء إلى آخر

(ج) القصبيات Tracheides

تتركب كل قصبية من خلية واحدة مية موجودة في الأفرع الغليظة ، والأوراق وهي خلايا طويلة جذرها ملجننة وغلظة غلظا لوليا ، أو حلقيًا أو بالنقر المضفوفة أو سليا ويتركب خشب النباتات المعراة البذور من هذا النوع من الخلايا فقط



شكل ٧٠ - القصبيات

وهي قوة ميكانيكية عظيمة للنبات مع أنها تستعمل في توصيل الماء الأرضي لجميع أجزائه شكل ٧٠

(د) خلايا القلين Cork cells

هذه الخلايا سماء اللون بسبب مشتملاتها الميتة وهي مفلطحة ومتصلة بعضها ببعض تماما ولا وجود للسافات البنية بينها وجذرها الخلوية مسوية Suberised مع أن الجدار الأولي middle Lamella

ملجنن ، وفي بعض الأحيان توجد طبقة ثالثة سيلولوزية تغطي السوبرين وهذه الطبقة قد تتلجنن Lignified ويحيط الجدار الخلوي بفجوة ممثلة بالهواء . وهذه الخلايا تحفظ النبات من الحرارة وتمنع تبخر الماء ودخول الطفيليات Parasites مثل الفطريات والبكتريا .

أنواع الانسجة النباتية Kinds of Tissues

١ - النسيج المرستيمي The Meristematic Tissue

ويسمى النسيج الانشائي Formative tissue وخلاياه صغيرة الحجم ذات شكل مكعب وممتلئة بمادة البروتوبلازم ونواياه كبيرة بالنسبة لحجمها وتحاط بخلايا خلوي رقيق وليس بين الخلايا فجوات هوائية وتتميز هذه الخلايا أيضاً بكثرة انقسامها .

والخلايا الانشائية التي يتكون منها النسيج البالغ أنواع تختلف بالنسبة إلى موضعها في النبات وأصل تكوينها ومنها :

أولاً : النسيج الانشائي الأول Primary meristematic tissue يوجد في قمة الساق وقمة الجذر والريشة والجذير والسويقة الجنينية السفلى والعلية ، وبين الخشب واللحاء خلايا الكيبوم الأولى التي تعتبر من هذا النسيج وفي عقد بعض النباتات ذات الفلقة الواحدة مثل الذرة Zea Sp. والقصب Saccharum Sp. خلايا قابلة للانقسام والتجدد وتسمى بالخلايا المارستيمية بين العقدية

Intercalary meristem

ثانياً النسيج الانشائي الثانوي Secondary meristems ويتكون من خلايا بالغة فقدت قدرتها على الانقسام ثم عاودها النشاط ثانياً فتحولت إلى خلايا مرستيمية ثانية وتسمى إذ ذاك بالخلايا المارستيمية الثانوية مثل خلايا الكيبوم بين الحزمي Interfascicular Cambium والكيبوم الفليني Phellogen سواء أ كان في الساق أو في الجذر أو في منطقة الجروح أو تكون عند سقوط الأوراق وقد ينشأ نموتانوي بمثل هذه الطريقة في النباتات ذات الفلقة الواحدة مثل الدراسينا والألوى Draceana and Aloe

٢ - النسيج الضام Boundary tissue

النباتات عادة مزودة بنسيج خارجي يبقها ففدان الماء وشر المؤثرات الخارجية كالحيوانات الضارة وحرارة الشمس الالافه ، وفقدان المواد القابلة للتطاير . هذا النسيج هو البشرة Epidermis والفلين Cork

البشرة Epidermis

تتكون البشرة من خلايا الدرماتوجين Dermatogen وهي نسيج أولي مستديم وتحيط بجسم النبات ولكنها تسمح بمرور الغازات داخل النبات وخارجه من فتحات يقال لها الثغور وغظظها غالباً عبارة عن خلية واحدة ، وخلاياها حية مفلطحة . أو مستطيلة وليس بينها مسافات بينية وجدرها الخلوية الجانبية مستنة ، وهذا ما يزيد في قوة تماسكها بعضها ببعض وتظهر خلاياها في القطاع العرضي عدسية

أو رباعية الشكل ، وتبطن خلاياها من الداخل بطبقة رقيقة من السيتوبلازم يحيط بفجوة كبيرة ممثلة بالعصير الخلوي الذي قد يلوّن بألوان مختلفة من أحمر وأصفر وبترتالي وقد يكون عديم اللون وهذه الخلايا خالية من المادة الخضراء إلا الخلايا الحارسة Guard cells فانها مشتملة عليها ، وكذلك توجد المادة الخضراء في بشرة بعض النباتات مثل الفرن Fern والنباتات المائية Water plants والنباتات المحبة للظل .

والجدار الخارجي لخلايا البشرة مغلط عادة بمادة السيلولوز والكيوتين إلا في أحوال قليلة مثل جدار خلايا بشرة التلات وخلايا بشرة النباتات المائية والجذور على العموم ليس عليها مادة الكيوتين

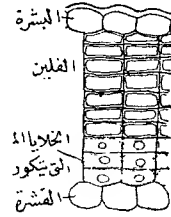
والكيوتيكل Cuticle المكون من الكيوتين يظهر في المنظر السطحي متجمداً وذات موجات وهو يمنع تبخر الماء ويزيد قوة النبات الميكانيكية والجدار الخارجي للبشرة المغطى بالكيوتيكل قد تتجمع عليه رواسب الشمع على شكل حبيبات ، أو عيذان دقيقة وهذا يسهل انزلاق الماء عن سطح النبات كما في سوق وأوراق القصب وسطوح الفواكه اللامعة

وقد تقوّى خلايا البشرة بربوب كربونات الكالسيوم وأملاح السليكا على جدرها الخارجية وقد تنمو بعض خلايا البشرة في السوق والأوراق وتكون زوائد ، على صورة شعيرات وتسبب الملس الخشن لها ، أو على صورة شعيرات جذرية تستعمل في امتصاص الماء ، أو على صورة أشوك . تستعمل في وقاية النبات من الحيوان كما في الورد .

والثغور الذي ينمو على سطح الساق أو الورقة فهو في أبسط أشكاله عبارة عن خلايا البشرة تمت أطول من جاراتها على أن بعض الشعر هو امتدادات كثيرة الخلايا والشعر خشن الملس أحياناً وهو بمثابة واسطة للدفاع ضد الحشرات والحيوانات على وجه عام وحائل دون أشعة الشمس والضوء ويقلل النتج وقد يكون بمثابة آلات مفترزة وتسمى غدداً Glands تفرز مركبات زيتية راتنجية كافي للتنع وحشيشة الدينار وقد تكون المادة المفترزة لزجة تمتع النمل من تسلق سوق النباتات والوصول إلى رحيق الزهرة .

الفلين Cork

عند ما يزداد الساق في الغلظ يلاحظ أن البشرة تقطع هنا وهناك وتعرض



شكل ٧٢

لاحظ تكون الفلوجين

الأنسجة الداخلية للمؤثرات الخارجية ولذلك نلاحظ تحت هذه القطوع وقيل حدوثها تكون طبقة مولدة من البشرة نفسها أو من خلايا القشرة التي تليها وتسمى بالفلوجين لتكوّن خلايا الفلين وتحفظ أنسجة النبات الداخلية من المؤثرات الخارجية

شكل ٧٢

النسيج الأساسي Fundamental tissue

يتركب هذا النسيج من الخلايا البارانشيمية والحيوية والكلورنشيمية والخلايا الميتة الاسكليرنشيمية ويتميز هذا النسيج في سوق النباتات ذات الفلقتين إلى ثلاث مناطق القشرة التي تحيط بالاسطوانة الوعائية والنخاع pith الذي يوجد في مركز الساق والشعاع النخاعي Medullary rays والذي يوصل في الغالب النخاع بالقشرة في النباتات الحديثة السن وأما النسيج الأساسي في سوق النباتات ذات الفلقة الواحدة فهو عبارة عن نسيج بارانشيمي ونسيج اسكليرنشيمي بالقرب من سطح الساق تنتشر فيه الحزم الوعائية وقد لا تميز فيه المناطق السابقة أما النسيج الأساسي في الأوراق فهو النسيج الميزوفيلي المكون من الخلايا العمادية والاسفنجية منغمسة فيه الحزم الوعائية

٤ - النسيج المقوى أو الميكانيكي Mechanical tissue

النبات معرض لعدة مؤثرات خارجية منها الانحناء Bending والشد الطولي Longitudinal stretch والضغط الطولي L. Compression والضغط العرضي Radial pressure ولذلك يلاحظ أن النبات مزود بقوى ميكانيكية مرتبة ترتيبا عادلا يقاوم بها هذه المؤثرات السابقة فالطحالب والنباتات المائية

التي تنبت في مجرى ماء شديد التيار تقاوم الضغط الطولي وكذلك جذوع الأشجار الضخمة Trunk تقاوم أيضا هذه القوة الطولية وما تحمله من الأفرع تقاوم الضغط العرضي والانحناء وكذلك الفواكه المدلاة تقاوم الشد الطولي وكذلك الجذور تقاوم هذه القوة (الشد الطولي)

والجدار الخلوي هو أبسط قوة ميكانيكية في النبات ولكن هذه القوة لا تكفي النباتات الراقية حيث تزود النباتات بقوتين عظيمتين من الأنسجة وهما النسيج اللبني Sclerenchyma والنسيج الكولنشيبي وقد سبق أن وصفت خلاياهما وتوجد هذه القوة في مواضع مختلفة من النبات

أولاً: في السوق الاسطوانية حيث يقع الضغط على كل جسم النبات بالتساوي فالقوى الميكانيكية تكون في شكل دائرة كما في ساق عباد الشمس وهي دائرة من الخلايا الكولنشيمية داخل البشرة مباشرة وخلايا اسكلرنشيمية المكونة للبريسكل

ثانياً: إذا كانت السوق مضلعة مثل الفول واللوف والقرع وغيرها من نباتات العائلة الشفوية فإننا نلاحظ أن القوى الميكانيكية تكون مباشرة داخل البشرة وهي خلايا كولنشيمية وتكثر عند الأركان وفي حالة نبات القرع يوجد نطاق من الخلايا الاسكلرنشيمية خارج الحزم الوعائية زيادة عن القوة السابقة

ثالثاً: وفي سوق النباتات ذات الفلقة كالنباتات التابعة للعائلة النجيلية Graminae أو العائلة الزنبقية Liliaceae يلاحظ أن القوى الميكانيكية المركبة من خلايا اسكلرنشيمية تكون بالقرب من السطح

رابعاً: والريزومات لها قوة ميكانيكية مركزية لتقاوم بها قوة الشد حاصراً: كذلك النباتات المائية لها قوة ميكانيكية مركزية سادساً: الجذور لها هذه القوة المركزية الميكانيكية التي تصحب الحزم الوعائية لتقاوم قوة الشد أيضاً

سابعاً: الأوراق دائماً عرضة للتمزيق بالرياح ولذلك تكون مزودة بنسيج ميكانيكي في حوافها وأن أبسط واق لها هو غلظ الجدار الخلوي الخارجي للبشرة ولكن قد يوجد نسيج كولنشيبي أو اسكلرنشيبي يلي البشرة الحافة من الداخل

كما في ورقة الكافور *Eucalyptus* وكذلك في الأوراق ذات الحواف المستنة فان هذه القوة الميكانيكية توجد في قاعدة الأسنان

٥ - النسيج الماص Absorbing System

كل المواد التي تدخل في جسم النبات بالضغط الاسموزي وغيره من العوامل يجب أن تكون في حالة سائلة ، وتمتص هذه المواد بطرق كثيرة منها :
أولا : الطحالب التي تعيش في الماء باستمرار تمتص الماء والمواد الذائبة فيه بجميع جسمها .

ثانيا : سوق النباتات التي تنمو على اليابس قد تمتص الماء الجوي بخواص متنوعة منها شعيراتها وقوة تركيز عصيرها الخلوي وغيرها كما في النباتات الصحراوية مثل البق *Diplotaxis harra* والملح *Reaumuria hirtella* والدهامة *Heliotropium luteum*

ثالثا : أهم جزء لامتصاص الماء الأرضي هي الشعيرات الجذرية *Root hairs* كما هو معروف في النباتات العادية .

رابعا : النباتات عديدة الشعيرات الجذرية مثل النباتات المائية تمتص الماء بالسوق والأوراق .

خامسا : النباتات عديدة الجذور مثل الخرزيات والسرخسيات تمتص الماء الأرضي بشعيرات يقال لها ريزويد *Rhizoids*

سادسا : الجذور الهوائية لها تركيب خاص إذ أن الأكسودرمس محوطة بطبقات من خلايا لها خاصية امتصاص الماء الجوي وتسمى *Vellamen*

سابعا : قديزود الجنين أثناء نموه بمصاصات يمتص الغذاء في نباتات الأوركيدز *Orchids* يلاحظ أن المصاصات *Hanstoria* تنمو من المعلق *Suspensor* على شكل أنابيب ، وتخترق القير وتمتص الغذاء من جدار المبيض لتوصيله إلى الجنين

ثامنا : عند إنبات بعض الحبوب والبزور نلاحظ أن إذابة وامتصاص المادة الأندوسبرمية يكونان بالقلعة كما في القمح والذرة والبلح أو بالفلقين كما في الخروع والكتكان وقد مر ذكر ذلك عند البزور وإنباتها

تاسعا : بعض النباتات الراقية الزهرة لها حياة طفيلية إذ تمتص الغذاء من

العائل بوساطة مصصات كما في الحامول والهالوك والرافلزيا *Rafflesia*
عاشرا : قد توجد أوراق النباتات آكلة الحشرات بزوائد تمتص الغذاء العضوي الناتج من تحليل وإذابة الحشرات المقتنصة كما في عدس الماء *Utricularia* والديونيا *Dionaea* وسأني الكلام عليها بالتطويل في باب النباتات آكلة الحشرات

٦ - النسيج الخشبي Photosynthetic tissue

الخلايا الكلورنسيمية خصوصاً الموجودة في الأوراق مكونة من خلايا عمادية وخلايا اسفنجية وتشتمل على المادة الخضراء لثقل الكربون الجوي وتحويله إلى مواد كربوهيدراتية

٧ - النسيج الإفرازي Secretory tissue

توجد الخلايا الإفرازية في أنسجة النباتات المختلفة إما منفردة أو في صفوف وقد تكون متساوية الأقطار أنبوبية وجدرانها عادة مسورة ، وفي بروتوبلازمها القليل أو الميت توجد إفرازات عديدة الأنواع نتيجة عملية الهدم والبناء *Metabolism* ويستعمل كإداة واقية وهذه المواد هي المادة الغروية *Mucilage* والصمغ *Gum* والزيت الطيار *Ethereal oil* والراتنج *Resin* والتانين *Tannin* والقولويات *Alkaloids* وبلورات أملاح حمض الأكساليك

والخلايا اللبنية *Laticiferous cells* عديمة الحواجز وتفرز مادة اللاتكس *latex* وهي أنابيب عديدة الأفرع لا تفصلها جدر عرضية بعضها عن بعض وجدرانها مرنة سيليلوزية غير خثينة وبرتوبلازمها طبقة رقيقة تبطن الجدران الداخلية عديدة النوايات وفي بعض الأوقات تحتوي على حبوب نشا والعصير الخلوي في الأنابيب اللبنية بني أو أبيض سائل وإذا تعرض للهواء يتجمد بسرعة *Coagulate* . وهذه الأنابيب اللبنية يمكن مشاهدتها في الجنين كخلايا عديدة منفردة خارج آثار الحزم الوعائية وإن كل خلية لبنية تستطيل كلما تمت بادرة النبات وتنساب بين الخلايا البارتيمية وتستمر هكذا في نموها طول حياة النبات وعلى ذلك يلاحظ أن عددها محدود أي لا يزيد في النبات التام النمو عنه في حالة الجنين شكل ٧٣

بالنسيج البارنشيكي كما في النباتات الرقيقة وأعضاء التخزين في هذه النباتات هي:
البزور والثمار والجنود والبصلات والدرنات والريزومات والكورمات .

المواد المخزنة Storing materials

المواد التي تخزن في النبات كثيرة ، وموجودة به على أنواع شتى . وقد
يجمع منها في النبات الواحد أكثر من مادة وفيما يلي إيضاح ما أجملناه :

أولا : الماء Water النسيج الذي يستعمل مخزنا للماء خاص بالنباتات
الزروفيقية والنباتات الحولية Epiphytes وفي بعض الأوراق خلايا بارنشيكية تحت
البشرة العليا تستعمل كمخزن للماء كما في الفيكس السطكا Ficus Elastic والبسات
الثوبية Cactus والأجاف Agave ونبات التلج Mesembryanthemum
فالماء مخزن في خلايا البشرة نفسها

وتخزين الماء ليس بقاصر على الأوراق فقد تستعمل البصلات مخزنا كما في
نباتات الأركندز Orchids كما تستعمل درنات البطاطس والبطاطة في خزنة
وجذر خلايا البشرة في بعض البزور مثل بزور الكتان تشتمل على مادة

غروية Mucilage تساعد على امتصاص الماء وحفظه في الخلايا
ثانيا : والسكر والبروتين مجتمعان مخزانان في العصير الحلوى لأنسجة بعض
النباتات مثل البصل والبنجر

ثالثا : كما يجمع البروتين والنشا في خلايا واحدة كما في البطاطس
رابعا : وحييات الأليرون Aleurone grains والنشا توجدان في بذور
القول والبقلة

خامسا : وتجمع حبيبات الأليرون مع حبيبات الزيوت كما في بذور الخروع
سادسا : كما يجمع حبيبات الأليرون مع السليولوز كما في بذرة البن والنخيل
سابعا : وأما في ثمار القمح فتوجد أنسجة خاصة بالنشا وأخرى خاصة
بالأليرون وفي الفطر المسمى Sclerotium of claviceps يخزن الدهن وسكر

النشا Fats and Glycogen

ثانيا : قد تزول الحواجز بين الخلايا ويتحد بعضها ببعض وتكون ما يسمى



بالوعاء اللبني Laticiferous vessel

الذي يستعمل كخزان للوادر المفردة
وهي تماثل الخلايا اللبنية في شكلها
الخارجي وفي محتوياتها إلا أنها تحالفها
في أنها مركبة من عدة خلايا اتحاد
بعضها ببعض مكونة شكل شبكة وأن
الحايز العرضي في الخلايا ربما يبق

شكل ٧٣ - الخلايا والأوعية اللبنية

وهذه الأوعية اللبنية توجد في نباتات العائلة الخشخاشية Papaveraceae
والعائلة المركبة Compositae كما في جنس السريس Cichoriaceae والخض Lactuca
وفي عائلة الكامبويوليس Campanulaceae

ثالثا : Lysigenous Cavities وقد مر ذكرها

٨ - النسيج الموصل Conductive Tissue

يحتاج النبات إلى نسيج ناقل يوصل الغذاء الأرضي أو الغذاء المجهز من الهواء
إلى جميع أجزائه . ولذلك يتكون نوع خاص من النسيج يخترق النبات من الجذر
إلى الساق ثم الأوراق ويسمى بالنسيج الناقل وهذا النسيج يتربك من الحزم
الوعائية وقد تقاطع هذه الحزم مع نسيج آخر يسمى بالشعاع النخاعي فتتم بذلك
الوصلة بين جميع أجزاء النبات
وقد تشترك مع الحزم الوعائية في رفع العصارة إلى أعلى وتوزيع الأغذية
المجهزة خلايا النخاع والأشعة النخاعية والقشرة والخلايا البارنشيكية التي تتخلل
الخشب واللحاء

٩ - النسيج المخزن Storage Tissue

المواد التي يكونها النبات بالثقيل الكربوني لا تستنفذ دفعة واحدة بل لا بد
لها أن تخزن لتستنفذ بالتدرج فهي إما أن تخزن في الخلايا التي تكونت فيها مثل
خلايا نبات الاسبيروجير Spirogyra وإما أن تخزن في أنسجة خاصة تسمى

١٠ - النسيج التنفسي The Ventilating System

يتتركب هذا النسيج من الثغور Stomata والعديسات Lenticles شكل ٦٥
والفراغات الهوائية Intercellular spaces وكل موضع في بابه الخاص

١١ - النسيج التناسلي Reproductive System

وهو خاص بالخلايا التناسلية التي يعبر عنها بالبيضة egg or Ovum وحببة اللقاح Pollen grain . وسيشرح في بابه الخاص

ترتيب اللحاء والخشب في الحزم الوعائية

Arrangement of Phloem and xylem in the Vascular bundles

الحزم الوعائية لها أنواع ثلاثة تختلف بالنسبة لموضع الخشب واللحاء بعضهم من بعض وهذه هي :

١ - الحزمة المركزية Concentric bundle

في هذا النوع نرى أحد عنصرى الحزمة « الخشب واللحاء » موجودا في مركزها والآخر محيطا به .

أولا : فإذا كان الخشب في المركز واللحاء حوله سميت الحزمة مركزية الخشب Amphicribal كما في النباتات المائية ، ونباتات القرن .

ثانياً : وإذا كان اللحاء في المركز والخشب حوله سميت الحزمة مركزية اللحاء Amphivasal كما في ساق الدراسينا ، وفي ريزوم النباتات ذات الفلقة الواحدة

الحزمة القطرية Radial bundle

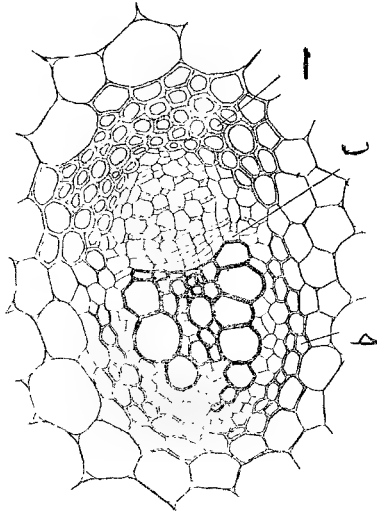
الخشب في هذا النوع متبادل مع اللحاء ، أى أن كلا منهما على نصف قطر . وحزم الجذور كلها من هذا النوع

وفي حزم الجذور الحديثة في النباتات ذات الفلقتين يفصل الخشب عن اللحاء بخلايا بارشيمية تحول بعد قليل إلى خلايا مرستيمية لإنشائية تُكوّن كامبيوم بين

الخشب واللحاء . يعطى لحاء ثانويا في الجهة الخارجية . وخشباً ثانويا في الجهة الداخلية يدفع الخشب الأول نحو مركز الساق

٣ - الحزمة الجانبية Collateral bundle

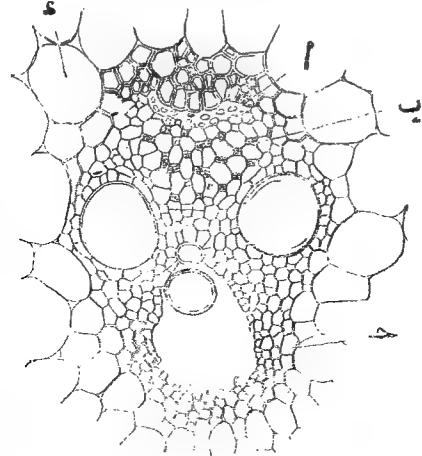
هي حزمة يوجد فيها الخشب واللحاء على نصف قطر واحد
ففي حزم سوق النباتات ذات الفلقتين نجد اللحاء مفصولا عن الخشب بنسيج مرستيمى ، يسمى الكامبيوم . ويقال إنها حزمة جانبية مفتوحة
Open collateral bundle شكل ٧٤



شكل ٧٤ - حزمة جانبية مفتوحة
(أ) ألياف اللحاء (ب) الكامبيوم (ج) ألياف الخشب

وقد يوجد الخشب بين لحاءين أحدهما خارجي . ويفصله عن الخشب كامبيوم . والآخر داخلي . كما في نباتات العائلة القرعية . ويسمى هذا النوع

الحزم حزمة مفتوحة ذات جانبيين Open bicollateral bundle
وأما حزم سوق النباتات ذات الفلقة الواحدة فلا نجد الكامسيوم بين الخشب واللحاء ، وتسمى حزما جانبية مقفولة Closed collateral bundles وهذا النوع الأخير من الحزم موجود في الأوراق أيضا شكل ٧٥



شكل ٧٥ - حزمة جانبية مقفولة
(أ) ألياف اللحاء . (ب) خلية مرافقة وأنبوبة غרבالية
(ج) ألياف تحيط بالحزمة (د) خلايا النسيج الأساسي

تشریح الجذر الحديث

Anatomy of young Root

الجذر دائما تحت سطح الأرض ومعرض لقوة الشد ومختص بامتصاص الماء والأملاح الذائبة في الأرض وتركيبه التشريحي يوافق هذه الخواص . وما يساعد الجذر في تثبيت النبات في التربة تفرعاته الكثيرة ثم وجود قوته الميكانيكية في مركزه معظم الجذور ذات قوة ميكانيكية ممثلة بعناصر الخشب

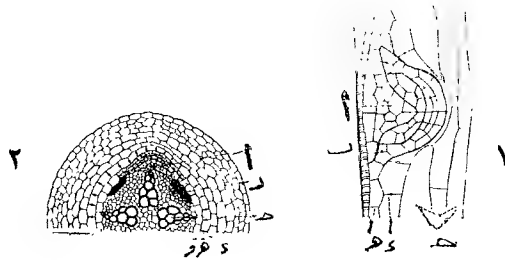
xylem من أوعية وألياف وبالنخاع الذي يشتمل على خلايا جدرها منغلطة تغلظا يسمح لها أن تقاوم قوة الشد ولكن في جذر البسلة Pea والفاصوليا Bean وبعض النباتات البقلية نجد الألياف في اللحاء أيضا وتستعمل كقوة ميكانيكية ، والجذور المساعدة Prop root كما في جذور الذرة والقصب ، تعمل القوة الميكانيكية نطاقا يتخلل خلايا القشرة البارنشمية ونرى فيها الأسطوانة المركزية أكبر حجما منها في الجذور العادية للذرة ويكون الخشب أقرب إلى السطح الخارجي وهذه الخواص تقرب الجذور المساعدة من الساق في الصفات التشريحية

والجذور الهوائية Aerial roots في النباتات الحولية تتحول بالنسبة لما تقوم به من وظيفة الامتصاص والتحميل الكربوني معا ، إذ تحتوى خلايا القشرة على مادة الكلوروفيل ، وأما امتصاص بخار الماء الجوى فتقوم به خلايا تسمى Vellamen المتكونة من عدة طبقات نتيجة تقاسم طبقة الدرما تخرج عدة انقسامات ، وستشرح بالتفصيل في باب النباتات الحولية .

فإذا أخذنا قطاعا عرضيا لجذر حديث في منطقة الشعيرات الجذرية لاحظنا :

١ - أن الجذر يغطي بطبقة من الخلايا ذات جدر سيلولوزية غير ثخينة متصلة بعضها ببعض من غير أن تتخللها فتحات ، وبعض خلاياها يمتد إلى أنابيب يقال لها شعيرات جذرية . وعند ما تزول الشعيرات الجذرية تزول معها هذه الطبقة التي وظيفتها الخاصة تكون الشعيرات الجذرية فقط ولذلك يقال لها Piliferous layer ويلاحظ داخل هذه الطبقة الذائبة طبقة الاكسوديرمس Exodermis وهي ذات خلايا أصغر من خلايا القشرة ، جدرها الخلوية ثخينة « مسورة » suberised وغير منفذة للماء وهذا التغيير في خلايا الاكسوديرمس لا يحدث إلا بعد زوال الشعيرات الجذرية حتى لا تمنع مرور الماء من الخارج إلى الأوعية الخشبية وفي أحوال قليلة كما في بعض جذور ذات الفلقة الواحدة يظهر الاكسوديرمس مبكرا قبل زوال الشعيرات الجذرية وفي هذه الحالة يلاحظ وجود خلايا ذات جدر رقيقة تتخلل خلايا الاكسوديرمس Exodermis المغلطة الجدر ، تسمح بمرور الماء من الخارج إلى الداخل

تنمو الجذور الثانوية نموا داخليا Endogenously branching فتتحول خلايا البريسكيل إلى خلايا مرستيمية وتنقسم عدة اقسامات تُكوّن كتلة من الخلايا تخرق نسيج القشرة (بمساعدة الأنزيمات التي يفرزها نسيج القشرة) وخلايا الاندوديرمس التي تعمل جيا لهذه الكتلة في مبدأ الأمر . وقيل خروج الجذر الثانوى من الاكسوديرمس تتكون القلنسوة لتقى النقطة النامية من حبيبات التربة الحشنة شكل ٧٦



شكل ٧٦ - بين نمو الجذر الثانوى

- ١ - (١) إبتداء نمو الجذر الثانوى (ب) قصبة ذات تغليظ لولبي
(ج) القشرة (د) الاندوديرمس (هـ) البريسكيل
- ٢ - (١) إبتداء نمو الجذر الثانوى (ب) اللحاء (ج) الخشب
(د) القشرة (هـ) الاندوديرمس (و) البريسكيل

وفي جذور النباتات ذات الفلقتين يدل عدد الجذور الثانوية على عدد الحزم الوعائية أضعفها ، لأنها أما أن تنشأ من خلايا البريسكيل المواجهة لخلايا البروتوزيلم فقط ، أو منها ومن خلايا البريسكيل الواقعة بين البروتوزيلم ونسيج اللحاء . وفي هذه الحالة الأخيرة تنشأ جذور ثانوية ضعف عدد الحزم الوعائية فإذا دققنا النظر في بادرة الفول التامة النمو لاحظنا أن الجذور الثانوية مرتبة في خمسة صفوف على امتداد الجذر الأصلي وليست عديمة النظام ولا يظهر هذا

القشرة واسعة النطاق وذات خلايا برانشيمية رقيقة الجدر تتخللها مسافات بينية Intercellular spaces تساعد على تبادل الغازات . وتفصل القشرة عن الاسطوانة الوعائية طبقتان من الخلايا تسمى الخارجية منها بالاندوديرمس Endodermis المتباعدة جزاء مكلا لنسيج القشرة والداخلية تسمى بالبريسكيل Pericycle

١ - الاندوديرمس Endodermis

وهي ذات طبقة واحدة من الخلايا متصلة بعضها ببعض تمام الاتصال أى لا يوجد بينها مسافات بينية وهي تُكوّن غلافا حول الاسطوانة الوعائية وعلى جدر خلاياها الجانبية جزء ثخين من الكيتين Culin ومادة الكيتين عبارة عن مادة دهنية مفرزة من خلايا النخاع البرانشيمية Parerchyma وهي تكون نطاقا حول الخلية يساعد في اتصال الخلايا بعضها ببعض ويساعد أيضا على عدم ضياع الماء من خلايا الخشب إلى خارج النبات . وأول من اكتشف هذا الغلط في الجدار الجاني الاندوديرمس هو العالم كسپيرى Caspari ومن أجل هذا سُمي casparian Strips

وتختلف جذور النباتات بعضها عن بعض في موضع ثخين الجدر الخلوية للانوديرمس فيوجد الثخين في بعضها على الجدر الجانبية فقط وبعضها يوجد على الجدر الجانبية والداخلية فيكون الثخين محيطاً بجميع الجدر الخلوى ، وفي هاتين الحالتين الأخيرتين تترك خلية من بين خلايا الاندوديرمس بدون تغليظ وتكون عادة مقابلة للخشب الأول Protoxylem لتستعمل كطريق لمرور الماء من الخارج إلى الاوعية الخشبية

ب - البريسكيل Pericycle

وتوجد طبقة أخرى داخل الاندوديرمس مباشرة تسمى البريسكيل pericycle ملاصقة للبروتوزيلم وخلايا اللحاء . وهذه الطبقة تتكون منها الجدر الجانبية الثانوية والفلين وسأذكره بعد

الترتيب في جذور النباتات ذات الفلقة الواحدة أى لا يتفق عدد الجذور الثانوية مع عدد الحزم بسبب كثرة عددها

٣ - الأسطوانة الوعائية Vascular Cylinder

وأما الحزم الوعائية فهي تشابه الحزم الوعائية للساق في عناصرها إلا أنها تختلف في موضع البروتوزيلم Protoxylem الذى يتجه إلى الخارج والميثازيلم Metaxylem الذى يتجه جهة الداخل وسبب هذا الخلاف هو قرب البروتوزيلم من الشعيرات الجذرية لخل الماء الأرضى إلى جميع أجزاء النبات لأن خلاياها لها جدر غليظة غلظاً لولياً أو حلقياً قابلاً للبسط والانكماش

كما تختلف في أن اللحاء والخشب متبادلان كل منهما على نصف قطر ، ولذلك تسمى الحزمة قطرية Radial B.

وتتميز الجذور بعضها عن بعض بعدد الحزم الوعائية بعضها يشتمل على حزمتين Diarch أو ثلاث Triarch أو أربع Tetraarch أو خمس Pentarch أو كثير الحزم Polyarch كما في جذور النباتات ذات الفلقة الواحدة - إلا أن جذر البصل يشتمل على عدد محدود من الحزم الوعائية مع أنه من ذات الفلقة الواحدة .

٤ - النخاع Pith

قد يوجد في البدء ثم يتلاشى تدريجياً كلما ازداد غلظ الجذر فينضغط النخاع بواسطة خلايا الخشب الثانوية .

موازنة بين جذور نبات ذى فلقين ونبات ذى فلقة

جذر نبات ذى فلقين	جذر نبات ذى فلقة واحدة
١ - الطبقة الخارجية في منطقة الشعيرات تنمو خلاياها تقطع شعيرات جذرية .	١ - الطبقة الخارجية في منطقة الشعيرات تنمو خلاياها تقطع شعيرات جذرية .
٢ - القشرة واسعة النطاق وتتكون من خلايا بارنشيمية رقيقة الجدر لا تمتع مرور الماء	٢ - القشرة واسعة النطاق وتتكون من خلايا بارنشيمية دقيقة الجدر لا تمتع مرور الماء .

جذر نبات ذى فلقين

٣ - الأندوديرمس طبقة واحدة من الخلايا
٤ - البريسكيل طبقة واحدة من الخلايا داخل الأندوديرمس ، وتنمو خلاياها وتنقسم وتصبح مرستيمية فينمو منها في اتجاه البروتوزيلم الجذور الثانوية فتصبح الجذور الثانوية بقدر الحزم الوعائية وقد تنمو خلاياها التي تقع بين الخشب واللحاء وتكون الجذور الثانوية وفي هذه الحالة يكون عددها ضعف عدد الحزم الوعائية .

٥ - ينمو من البريسكيل خلايا الكامبيوم الفليني فيتكون الفلين وتزول طبقة القشرة بعد ذلك .

٦ - الحزم الوعائية محدودة العدد

٧ - الخلايا البارنشيمية الموجودة بين الخشب واللحاء تتحول إلى خلايا الكامبيوم الثانوى فيتكون منها خشب ثانوى لجهة الداخل ولحاء ثانوى لجهة الخارج

٨ - يحدث نمو ثانوى وسيشرح في باب ٩ - النخاع قد ينضغط بنسيج الخشب وتصبح الجذور بغير نخاع شكل ٧٧

جذر النبات ذى فلقة واحدة

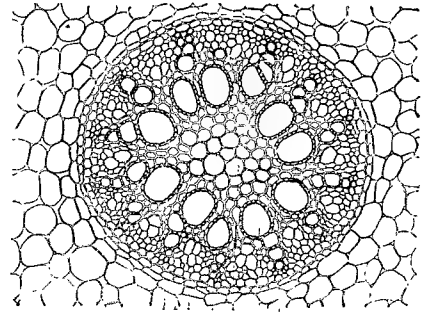
٣ - الأندوديرمس طبقة واحدة من الخلايا
٤ - البريسكيل طبقة واحدة من الخلايا داخل طبقة الأندوديرمس وتنمو خلاياها وتنقسم في مواضع مختلفة لتعطى الجذور الثانوية التي لا يتفق عددها مع عدد الحزم الوعائية

٥ - طبقة البريسكيل قد لا يتكون منها الفلين فتبقى القشرة مدة أكثر من بقائها في ذات الفلقين ولا تزول إلا من تأكلها بحبيبات التربة .

٦ - الحزم الوعائية كثيرة إلا في أحوال جذر البصل

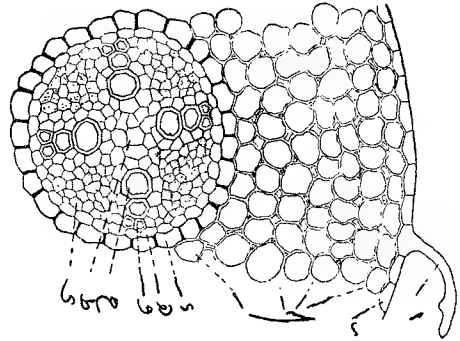
٧ - الخلايا البارنشيمية الموجودة بين الخشب واللحاء تبقى بحالتها التي كانت عليها من المبدأ

٨ - لا يحدث نمو ثانوى
٩ - النخاع واسع النطاق ويتكون من خلايا بارنشيمية وفي أحوال قليلة يمثل النخاع فجوة واسعة كجذر البصل شكل ٧٨



شكل ٧٨ - جذر نبات ذى فلق واحد

- شكل ٧٨ - جذر نبات ذى فلق واحد
(أ) البروتوبلازم (ب) الميتابلازم (ج) النخاع
(د) الخشب متبادل مع اللحاء (هـ) اللحاء
(و) الأندوديرمس (ز) البريسكل



- شكل ٧٧ - جذر نبات ذى فلقين
(أ) شعيرة جذرية (ب) النطقة الخارجية (ج) القشرة (د) الأندوديرمس
(هـ) البريسكل (و) البروتوبلازم (ح) الميتابلازم (ط) النخاع (ي) اللحاء

شرح الساق الحديثة

Anatomy of young Stem

تحمل الساق الأوراق والأزهار والثمار وهى الوصلة بين الجذر والبراعم التى تحملها وهى معرضة عادة للضوء والرياح ولذلك يخالف تركيبها الداخلى تركيب الجذر المعرض لقوة الشد Pulling Strains ويلاحظ فى السوق أن القوة الميكانيكية مرتبة بالقرب من السطح فتكون هذه القوة فى صغيرة السن منها مركبة من نسيج كولنشيى داخل البشرة مباشرة، كما فى القرع والخيار والبقول والسمسم والدورتا وكذلك يتقوى النبات بخلايا الخشب وباتسفاخ خلاياه الحية

وإذا ما كبرت الساق تزودت بنسيج آخر اسكليرنشيى داخل العلاف النشوى Starch Sheath وهو البريسكل الموجود خارج اللحاء، وهو إما أن يكون مكونا من كتل من هذه الخلايا بينها خلايا بارنشيمية كما فى عباد الشمس والبقول واللوب، وإما أن يكون نطاقا يحيط باللحاء كما فى القرع وقد يكون نطاق الخلايا الاسكليرنشيية محيطة بكل حزمة على انفراد كما فى النباتات ذات الفلقة الواحدة ويلاحظ زيادة على ذلك أن الخلايا الاسكليرنشيية فى سوق النباتات ذات الفلقة الواحدة تكون دائرة من عدة طبقات من الخلايا تلى البشرة مباشرة كما فى الشعير ونباتات العائلة السعدية Cyperaceae وإلى هذا النطاق الاسكليرنشيى تعزى صلابة سوق الغاب

والسوق الصغيرة السن عادة خضراء اللون بسبب وجود المادة الكلوروفيلية فى خلايا القشرة الكلورنشيية كما فى أغلب النباتات العشبية والأشجار فى حالة صغرها. وهذا النسيج الكلورنشيى قد يكون داخل البشرة مباشرة كما فى البقول أو متقاطعا مع نسيج كولنشيى كما فى اللوب وقد يكون متبادلا معه كما فى نباتات العائلة الخيمية التى توجد الخلايا الكلورنشيية فى سوقها داخل الفجوات Furrows الموجودة بها الثغور التى يدخل منها ثانى أكسيد الكربون لاجراء

عملية التمثيل وأما النسج الكولنشيى الميكانيكى فيكون داخل بشرة الضلوع
Ridges مباشرة وسنأتى بتشريح بعض السوق الحديثة ليتضح ما نريد، ومنها

أولاً - ساق عباد الشمس *Stem of Helianthus*

إذا فحصنا قطاعاً عرضياً فى ساق صغير من عباد نبات الشمس نلاحظ : -

(١) البشرة *Epidermis* : - الساق يغلف بطبقة من الخلايا يقال لها البشرة
وهي نسيج واق لأنسجة النبات الداخلية، وتتصل خلاياها بعضها ببعض اتصالاً
تاماً إلا فى مواضع مخصوصة بها الثغور *Stomata* والجدر الخارجية لخلاياها
مغلظة تغليظاً سيلولوزياً ثخيناً وتغطى بطبقة من الكيتين *Cuticle* وتتمو
بعض خلاياها وتصير شعيرات كثيرة الخلايا ذات سنن مدبب

(٢) القشرة *Cortex* وتتركب من عدة صفوف من الخلايا الكولنشيية
المغلظة الأركان التى تشتمل على مادة البروتوبلازم وهى موجودة داخل البشرة
مباشرة وتلى هذا النسج الكولنشيى من الداخل خلايا بارنشيية رقيقة
الجدر ذات فجوات عند الأركان *Intercellular spaces* وقد تشتمل هذه
الخلايا على مادة الكلوروفيل . وتحد القشرة من الداخل بطبقة واحدة من
الخلايا تسمى الغلاف النشوى وهى ذات خلايا متراسة جنباً لجنب ولا تتخللها
فجوات وتتميز باحتوائها على حبيبات النشا الكبيرة .

(٣) الحزم الوعائية *Vascular Bundles*

تلى الغشاء النشوى من الداخل الحزم الوعائية المكونة لدائرة واحدة وهى
من النوع الجانبي المفتوح *Open Collateral bundle* لأنها تحتوى على لحاء
وخشب بينهما كالمبيوم على نصف قطر واحد .

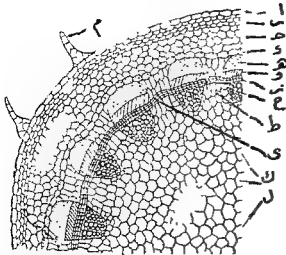
وتحد داخل الغلاف النشوى مباشرة خلايا بارنشيية متبادلة مع كتل من
الخلايا الاسكلرنشيية . داخلها خلايا اللحاء الحية وهى الأنابيب الغربالية
Sieve tubes والخلايا المرافقة *Companion cells* والخلايا البارنشيية

Parenchyma

وأما الخشب فانه يتكون من خشب أولى *Primary xylem* ذى أوعية
ضيقة تتجه نحو مركز الساق وتكون ما يسمى الخشب الأول *Protoxylem* وأما
الأوعية الواسعة التى تقع خارجها فتكون الخشب الثانى *Metaxylem* وتوجد
زيادة على ذلك خلايا بارنشيية ملبنة الجدر تتخلل الأوعية الخشبية، وبين

الحزم والنخاع خلايا بارنشيية تسمى الغشاء النخاعى *Medullary Sheath*
رابعا : الشعاع النخاعى *Medullary Ray* ترى بين الحزم الوعائية خلايا
بارنشيية حية رقيقة الجدر بينها مسافات بينية تكون الشعاع النخاعى الذى يستعمل
فى تخزين الغذاء وكذلك فى توصيله من الخشب واللحاء إلى أنسجة الفشرة والنخاع
وهو الوصلة بين النخاع والقشرة وفى مقدور خلاياه الحية أن تتحول إلى خلايا
مرسّمية ثانياً ويتكون منها الكامبيوم بين الحزمى الذى يكون الخشب الثانوى من
الداخل واللحاء الثانوى من الخارج كما يكون خلايا بارنشيية تكون الشعاع
النخاعى الثانوى بين الحزم الثانوية .

خامسا : النخاع *Pith* النخاع يشغل مركز الساق ويتركب من خلايا بارنشيية
تستعمل فى تخزين الغذاء ولوقت الحاجة اليه شكل ٧٩ وشكل ٨٠ يبين قطاع عرضى
وقطاع طولى فى حزمة وعائية من ساق عباد الشمس



شكل ٧٩ - قطاع عرضى فى ساق عباد الشمس

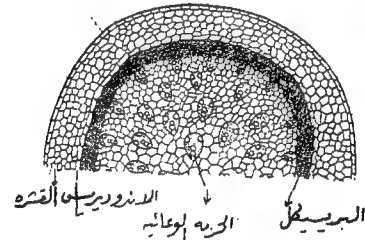
- (١) البشرة (ب) خلايا كولنشيية (ج) خلايا بارنشيية (د) الاندوديرمس
(هـ) البريسكل (و) اللحاء (ز) الكامبيوم (ح) الخشب (ط) الشعاع النخاعى
(ي) السكامبيوم الثانوى (ك) ل، النخاع (م) شميرة

والحزم المفتوحة ذات الجانبين ليست مقصورة على العائلة القرعية لحسب بل توجد في نباتات العائلة الباذنجانية Solanaceae

ثالثا : سوق النباتات ذات الفلقة الواحدة Stem of monocotyledon
أما سوق النباتات ذات الفلقة الواحدة فتركيبها التشريحي يخالف التركيب التشريحي في سوق نباتات ذات الفلقتين وهذا التباين يظهر فيما يأتي : -

(١) النسيج الأساسي يتركب من خلايا بارنشيمية غير مميزة إلى قشرة ونخاع وشعاع نخاعي كما هو معروف في سوق ذات الفلقتين وقد يتكون نطاق من الخلايا الاسكيري نشيمية يتخلل النسيج الاساسي شكل ٨١

البصرة



شكل ٨١ - قطاع عرضي في ساق نبات ذي فلقة واحدة

(٢) والحزم الوعائية ليست متراسة في شكل دائرة بل إنها منتشرة في النسيج الأساسي بغير نظام كما في الذرة والقمح مع ملاحظة أنها مزدحمة بالقرب من السطح وتقل كلما بعدت عنه

وكل حزمة تتركب من لحاء وخشب على نصف قطر واحد ولا يوجد بينهما كامبيوم ولذلك تسمى الحزمة جانبية مقفولة Closed Collateral Bundle وأما عناصر اللحاء فهي تشبه ما يوجد في لحاء عباد الشمس والقرع إلا أنها خالية من الخلايا البارنشيمية أي أنها تتركب من أنابيب غربالية وخلايا مرافقة فقط أما عناصر الخشب فتتركب من خشب أول Proto xylem يتكون من

أوعية ضيقة ذات تغليظ لولبي أو حلقي تكون قاعدة الرقم ٧ وأما الخشب الثاني Metaxylem فيتكون من وعائين كبيرين يكون كل منهما ذراعاً للرقم المذكور ، مع ملاحظة أن الخشب يشتمل على خلايا بارنشيمية .

واللحاء عادة ينغرس في الفجوة التي بين أوعية الخشب الثاني وهذا الانغراس يختلف باختلاف النباتات ففي بعض الأحيان نرى اللحاء يحاط بالخشب كما في نبات سويت فلاج Sweet Flag

وفي سوق الذرة وغيره من النباتات ذات الفلقة الواحدة التي تستطيل بسرعة نشاهد أن أوعية الخشب الأول اللولبية التغليظ أو الحلقية تتمزق سريعا وتحل محلها فجوة غير منتظمة An Irregular Cavity ربما بقيت فيها بقايا التغليظ اللولبي وتكون قناة بطول الساق وتستعمل في تخزين الهواء وكل حزمة محوطة بخلايا ليفية

الشواذ التشريحية :

(١) بعض النباتات ذات الفلقتين فيها حزم وعائية على شكل الرقم ٧ .
واللحاء خال من الخلايا البارنشيمية وخلايا الكاء بيوم ضعيفة التكوين كما في نبات رجل الغراب المداد (Buttercup (Ranunculus repens
(٢) وفي نباتات أخرى مثل نبات السالكترم Thalictrum تكون الحزم مبعثرة

(٣) وفي بعض النباتات ذات الفلقتين تظهر حزم وعائية في نسيج النخاع داخل الحزم الأولية كما في السبانخ Spinach أو تتكون خارج الحزم الأولية في خلايا القشرة كما في بوكس Buxes وهذه الحزم في كلتا الحالتين يحتمل أنها حزم ورقية ، لم تأخذ وضعها الطبيعي في الأسطوانة الوعائية . وهي إما أن تتركب من حزم كالعتاد أي خشب داخلي ولحاء خارجي . وإما أن يتجه الخشب إلى الخارج واللحاء إلى الداخل وإما أن تكون الحزمة عبارة عن لحاء فقط خالية من الخشب ألبتة

(٤) وبعض النباتات ذات الفلقة الواحدة نرى الحزم منتظمة وعلى دائرة كما في نبات التامس Tamus وقد توجد بين اللحاء والخشب آثار من خلايا الكامبيوم

سوق النباتات المعراة البزور

تشرح سوق هذه النباتات سيأتى شرحه في بابها الخاص

موازنة بين جذر وساق حديثين لنبات ذى فلتقتين

الجذر	الساق
٥ - البريسكل عبارة عن طبقة من الخلايا متصلة بعضها ببعض وتتصل باللحاء والبروتوزيلم	٥ - البريسكل قد يكون عدة طبقات من الخلايا الاسكليرنشيكية متبادلة مع خلايا بارنشيمية كما في عباد الشمس أو يكون نطاقا من الخلايا الاسكليرنشيكية . كما في اللوف
٦ - الحزم الوعائية تقع في مركز الجذر	٦ - الحزم الوعائية تقع بالقرب من السطح
٧ - اللحاء والخشب يتبادلان أى أن كلا منهما يقع على نصف قطر وليس بينهما كامبيوم	٧ - بين الخشب واللحاء كامبيوم ويكونان على نصف قطر واحد
٨ - الخشب الأول Protoxylem يتجه نحو الخارج والخشب الثانى Metaxylem يتجه نحو الداخل	٨ - الخشب الأول Protoxylem يتجه نحو الداخل والخشب الثانى Metaxylem يتجه نحو الخارج
٩ - بعض الجذور لها نخاع يتلاشى بزيادة النمو الثانوى في الخشب	٩ - السوق لها نخاع يتركب من خلايا بارنشيمية حية

منطقة تغير توجيه الحزم الوعائية بين الساق والجذر

Transitional Region between Root and Stem

ترتيب الحزم الوعائية في الساق يخالف ترتيبها في الجذر إلا أن النسيج الأساسى يمر من الجذر إلى الساق أو بالعكس بغير تغير فالحاء والخشب متبادلان كل على قطر في الجذر وأما في الساق فإن اللحاء يقع خارج الخشب على نصف قطر واحد .

والخشب الأول Protoxylem ذو موضع واحد في الساق والجذر ، إلا أن الخشب الثانى metaxylem يتكون في الجهة الخارجية في الساق وفي الجهة الداخلية

الجذر	الساق
١ - توجد طبقة رقيقة الجذر تحيط بالجذر	١ - بشرته ذات جدر ثخينة وخصوصا الخارجية منها وتغطي طبقة الكيوتين وتمنع تبخير الماء وقد تغطي طبقة الشمع أو تنمو من بعض خلاياها أشواك أو شعيرات تحمى النبات من المؤثرات الخارجية .
٢ - الطبقة الخارجية لا تتخللها ثغور وليس فيها مادة الكلوروفيل	٢ - البشرة تتخللها الثغور وفي الخلايا الحارسة مادة الكلوروفيل ، وقد توجد هذه المادة الخضراء في خلايا البشرة للنباتات المائية .
٣ - القشرة واسعة النطاق عادة وتتركب من خلايا بارنشيمية وخلايا كلورنشيمية وكمية قليلة من خلايا اسكليرنشيكية	٣ - القشرة ضيقة وتتركب من خلايا بارنشيمية وخلايا كلورنشيمية وكمية قليلة من خلايا اسكليرنشيكية
٤ - تحدد القشرة من الداخل بخلايا الاندوديرمس التي تفصلها عن الحزم الوعائية	٤ - تحدد القشرة من الداخل بالغللاف النشوى الذى يحتوى على حبيبات نشا كبيرة

في الجذر - والمنطقة التي يتغير فيها توجيه الخشب من الساق إلى الجذر أو العكس يقال لها Transitional Region ويكون التغير إما فجأة أو بالتدرج وهذه المنطقة قصيرة إذ تبلغ من ١ - ٢ - ٣ ملليمترًا وتقع في جزء الجذر القريب من السويقة الجنينية السفلى أو في السويقة الجنينية السفلى نفسها، وتوجد ثلاث حالات لتغيير توجيه الحزم من الساق إلى الجذر أو العكس وهذه هي:

(١) عند تحول الحزم من الساق إلى الجذر يلاحظ أن اللحاء لا يغير موضعه وأن عدد حزم الخشب لا يتغير أيضًا كما في نبات فيوماريا Fumaria ونبات شب الليل Mirabilis وإنما يحصل تغيير توجيه الحزم من الساق إلى الجذر كما يأتي:

أولاً: تنشطر حزمة الخشب شطرين يفترقان بعضهما عن بعض ذات البين وذات اليسار.

ثانياً: يتحرك كل شطر حركة تبلغ ١٨٠° فتقابل قه كل شطرين لحزمتين خشبيتين متجاورتين بين اللحاء.

ثالثاً: يتحد الشطران وبذلك يتكون خشب الجذر

(٢) النوع الثاني من التغيير يوجد في الفاصوليا والقرع وفيه يلاحظ أن عدد الحزم في الساق ضعفها في الجذر ويكون تغييرها على النظام الآتي:

أولاً: تلتوى الحزم الخشبية فيقتصل الخشب الأول Protoxylem لكل حزمتين متجاورتين

ثانياً: يزداد الاتصال شيئاً فشيئاً إلى أن يتصلا تماماً ويتكون من كل حزمتين حزمة واحدة

ثالثاً: وكذلك الحال مع اللحاء إذ تتصل كل حزمتين لحائيتين متجاورتين فتكون بذلك حزمتان لحائيتان بدلاً من أربع

(٣) النوع الثالث يوجد في البسلة Lathyrus وأنواع الخلبة Medicago والبلح Date palm وفيه يلاحظ أن عدد الحزم في الساق مساو لعددتها في الجذر.

والخشب لا ينشطر كما في الحالة الأولى، ولا يتحد بعضه مع بعض، كما في الحالة الثانية، ولكنه يلتوى بدرجة ١٨٠° واللحاء ينشطرو ويغير موضعه، ثم يتصل كل نصفين متجاورين منه وفي النهاية تتحول الحزم الوعائية من الساق إلى الجذر

تشريح الورقة

The anatomy of Leaf

الورقة إما أن تكون معنقة أو جالسة وتنمو من الساق عند العقد وتكون غالباً ذات لون أخضر

تشريح العنق The anatomy of Petiole

عنق الورقة محدب من سطحة الأسفل وله تجويف على سطحه الأعلى غالباً وفي النباتات المغطاة البذور تمر من الساق إلى الورقة حزمة جانبية Collateral bundle أو أكثر مفردة بنسج هامة متداداً لنوديرمس Endodermis والبريسكيل Pericycle ويلاحظ عند خروجها من العنق واتصالها بالصل أن الحزمة تنفرع إلى حزم جانبية كل منها تكون محوطة ببريسكيل Pericycle واندوديرمس Endodermis

وفي القطاع العرضي لعنق ورقة ما يمكن ملاحظة أن الحزم تكون موزعة بغير نظام وخشبها يتجه نحو السطح الأعلى وأما اللحاء فيتجه نحو السطح الأسفل إلا أنه في عنق ورقة الخروع مثلاً يلاحظ أن الحزم الوعائية مرتبة في دائرة متشابهة تماماً لترتيبها في سوق النباتات ذات الفلقتين إذ يرى أن الخشب يتجه نحو مركز العنق وأما اللحاء فيوجد في دائرة خارج الخشب وقد يلاحظ آثاراً للكلميوم بين الخشب واللحاء وقد تكون الحزم التي تقع بالقرب من السطح الأعلى أصغر في الحجم من الحزم التي تقع بالقرب من السطح الأسفل وأما تركيب عنق الأظفر Budditeya فيخالف تركيب عنق الخروع إذ يلاحظ أن الحزم تكون على هيئة حدود القوس وقد يكون ثلاث حزم إحداها كبيرة واثنان موجودتان على نهاية ذراعيها وعنق نبات الاتانيا يتركب من خلايا بارنشيمية منتشرة فيها الحزم الوعائية الكثيرة العدد ومع أن البريسكيل والاندوديرمس موجودان في العنق حول الحزم الوعائية إلا أنها لا يميزان تماماً عن خلايا النسيج الأساسي وقد توجد خلايا إسكايرنشيمية في نسيج البريسكيل

منه الغازات مثل الهواء وبخار الماء لتصل إلى الأنسجة الداخلية والبشرة تكون مغطاة بطبقة غليظة من الكيوتين وقد تغطي بمادة الشمع كافي نبات القصب وهذه غير قابلة لمرور الغازات

وقد يتضاعف نسيج البشرة إذ يتكون من أكثر من طبقة واحدة وتسمى الطبقات التي تلي الطبقة الخارجية بالبشرة السفلى Hypodermis وهذا النظام يزيد في قوة الورقة الميكانيكية وهو يظهر جلياً في أوراق الدفلة Nerium وفي كثير من الأشجار .

ويختلف وجود هذه الثغور باختلاف النباتات ففي بعضها نرى الثغور على السطح الأعلى والأسفل للورقة كما في النباتات المشبية ذات الفلقتين مثل الفول والبسلة والبرسيم وغيرها وكذلك في أوراق القمح والشعير وفي البعض الآخر نراها على السطح الأسفل للورقة فقط كما في الأشجار وقد تكون الثغور على السطح الأعلى فقط كما في أوراق النباتات المائية الطافية فوق الماء وكذا في بعض النباتات النجيلية مثل الكلابج ووستس .

والثغر يفتح ويقفل تبعاً للعواض الجوية الخارجية والأحوال الداخلية للنبات فيفتح الثغر في الأحوال المناسبة ويقفل في غير ذلك وفي هذه الحالة الأخيرة تقطع الوصلة بين داخل النبات وخارجه

الجهاز الثغري Stomatal Apparatus

الثغر هو الثقب أو الممر الذي يتخلل خلايا البشرة ويحاط عادة بخليتين حارستين Two guard cells ذات شكل هلال أو اهليجي والثغر مع خلية الحارستين يكون الجهاز الثغري . وتحاط الخليتين الحارستان عادة بخليتين أو ثلاث تسمى بالخلايا المساعدة Subsidiary cells

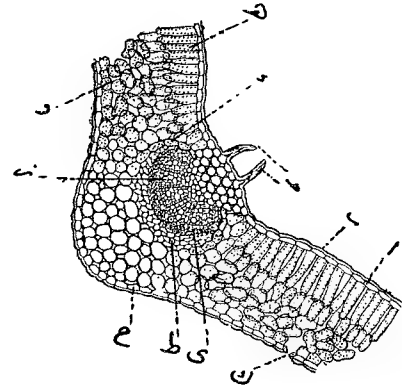
ويفتح الثغر في فجوة كبيرة يقال لها الفجوة التنفسية The Respiratory cavity وهي تلي البشرة مباشرة ولا تؤدي شيئاً يذكر في العملية التنفسية وهذه الفجوة لها اتصال بالفجوات الموجودة بين الخلايا الكلورنسيمية وأكبر جهاز ثغري عرف في النباتات وجد في القمح إذ بلغت أبعاده ٠.٧٩ ر.م طولاً ٠.٣٩ ر.م عرضاً وأن الثغر بلغت أبعاده ٠.٣٨ ر.م طولاً ٠.٠٧ ر.م عرضاً

النسيج الأساسي يكون عادة مركباً من خلايا بارنثيمية وقد توجد خلايا كولنثيمية أو اسكلرنثيمية تحت البشرة مباشرة لتقوى النسيج الميكانيكي في العنق .

والبشرة تماثل تماماً بشرة الساق فهي مركبة من خلايا ملتصق بعضها ببعض التصاقاً تاماً من غير أن يترك بينها فجوات وقد تغطي بشعيرات واشواك

« تشرح النصل » Anatomy of Blade

نصل الورقة منبسط ذو وجهين علوي وسفلي ويلاحظ على السطح الأسفل تنوعات ظاهرة هي العروق الأوسط وفروعه المكونة للحزم الوعائية في الأوراق وأما السطح الأعلى فتوجد به تجاويف تقابل هذه التنوعات شكل ٨٣



شكل ٨٣ - قطاع عرضي في ورقة

- (أ) البشرة العليا (ب) الكيوتكل (ج) شعيرتان (د) الغلاف النشوي
- (هـ) الخلايا المعادية (و) الخلايا الاسفنجية (ز، ح) الخشب (ط) اللحاء (ك) ثغر

١ - البشرة Epidermis

البشرة تتكون من خلايا متلاصق بعضها ببعض فتكون نسيجاً مغلفاً لسطحي الورقة تتخلله ثغوب دقيقة تسمى بالثغور Stomata وهي المنفذ الوحيد الذي تمر

الخلايا الحارسة Guard cells

مع أن الخلايا الحارسة من خلايا البشرة إلا أنها تختلفها إذ تحتوي على الحبيبات الكلوروفيلية Chlorophyll Corpuscles . والسائل الخلوي فيها غنى بالسكر ولذا يلاحظ أن الثغر يفتح ويقفل تبعاً للضغط الداخلي الذي في السائل الخلوي الموجود في فجوة الخلايا الحارسة لأنه إذا كان الضغط الداخلي عالياً يفتح الثغر وإذا كان منخفضاً يقفله فعندما يكون السائل الخلوي للخلايا الحارسة أقوى تركيزاً بالسكر من الخلايا التي تتجاورها ينفذ الماء إليها من الخلايا المجاورة بواسطة الضغط الأسموزي وهذه الخلايا يأق لها المحلول من أخرى مجاورة لها وهكذا حتى تأخذ شكلاً كرياً تقريباً يجعل الثغر ينفتح فتتبخر المياه وهذا ما يساعد الجذر على امتصاص الماء من التربة وتوصيله إلى الساق وإلى الأوراق حيث يتبخر هناك من الثغور

وهذه العملية تسمى بالنتح Transpiration ويمكن أن يلاحظ أن رطلاً من النبات ينتج خمسمائة رطل من الماء أثناء حياته وهذا ما يجعل النبات في حاجة لازمة إلى الماء

والثغر في الورقة يؤدي عملية النتح Transpiration والتنفس إذ لا يوجد نوعان من الثغور أحدهما يقفل والآخر يفتح وأحدهما يستعمل للتبخير والآخر للتنفس ولكن الثغور نوع واحد يؤدي وظائف الورقة جميعها

كيف يتكون الجهاز الثغري :

كما سبق عرف أن الجهاز الثغري جزء متمم للبشرة وهو ينشأ من انقسام

خلايا البشرة على الوجه الآتي

(١) تنقسم خلية من خلايا البشرة إلى خليتين كما في شكل ٨٤ (٢)

(٢) إحدى هاتين الخليتين تبقى كما هي والآخرى تنقسم إلى قسمين آخرين شكل ٨٤ (٣)

(٣) ثم إحدى الخليتين المنقسمتين في بند ٢ تبقى كما هي أيضاً والآخرى تنقسم

إلى قسمين شكل ٨٤ (٤)

(٤) ثم إن إحدى الخليتين الحاديتين تنقسم إلى خليتين لتكون الخليتين الحارستين شكل ٨٤ (٥)

(٥) ثم يفصل جدار الخليتين الحارستين وتكون الفتحة بينهما

وبذلك يتكون الجهاز الثغري الذي يشتمل على خليتين حارستين وثغر بينهما شكل ٨٤ (٦)

وبشرة النباتات ذات الفلقة الواحدة تختلف بشرة النباتات ذات الفلقتين، إذ لا حظ أن جذر

خلايا الأولى مستقيمة تقريباً والجهاز الثغري عند ملتقى أربعة خلايا شكل ٨٥ (ب) وأما جذر خلايا البشرة في النباتات ذات

الفلقتين فتفرجة والجهاز الثغري قد يكون عند ملتقى ثلاث خلايا شكل ٨٥ (أ)

٢ - النسيج الأساسي Ground Tissue

يتكون هذا النسيج في الأوراق من خلايا

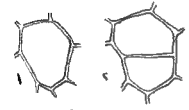
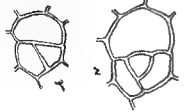
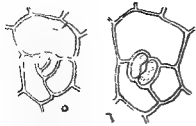
يقال لها كلورنشيمية Chlorenchyma وهي عبارة عن خلايا بارنشيمية ذات جدار

رفيق سيلولوزي يحتوي على سيتوبلازم ونواة ومادة خضراء وهذا النسيج يسمى بالميزوفيل الذي يظهر فيه نوعان من الخلايا وهما:

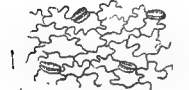
(١) خلايا عمادية Palisade cells أنبوبية مستطيلة وتحتوي على المادة الخضراء بكثرة

على الجوانب وجدارها رفيق ونواتها بالقرب من أحد الجانبين وهي متعامدة مع البشرة العليا

وقد تكون متعامدة على البشريتين إذا كان النسيج الميزوفيلي يتركب جميعه من خلايا عمادية كما في نبات الكبارس Capparis وفي الأوراق العادية مثل أوراق



شكل ٨٤ - نشأة الثغر



شكل ٨٥ - بشرة النبات

(أ) بشرة النبات ذي الفلقتين

(ب) بشرة النبات ذي فلقة واحدة

وقد تكون متعامدة على البشريتين إذا كان النسيج الميزوفيلي يتركب جميعه من خلايا عمادية كما في نبات الكبارس Capparis وفي الأوراق العادية مثل أوراق

القول يلاحظ أن هذا النسيج العائدي يتركب من طبقة واحدة من الخلايا ولكن في بعض الأوراق قد يتضاعف فيكون أكثر من طبقة واحدة كما في ورقة الدفلة

Nerium وأوراق التين البنغالي Ficus Bengalensis

وفي كثير من الأوراق قد تكون الخلايا العائدية متصلة بخلايا أخرى من الداخل تسمى بالخلايا المجمعة Collecting cells لأنها تجمع المواد الكروية ايدراتية المجهزة من الخلايا العائدية وتوصلها إلى الغلاف النشوي المحيط بالحزم الوعائية Bundle Sheath ثم إلى اللحاء ومنه إلى جميع أعضاء النبات المختلفة

(٢) الخلايا الاسفنجية Spongy Tissue وهي خلايا غير متناسقة ولا منتظمة ولذلك يوجد بينها مسافات بنية كبيرة تمر فيها الغازات من داخل النبات إلى خارجه ومن خارجه إلى داخله وهذه المسافات تزيد سطح الورقة نحو خمسين مرة ويكون في هذه الخلايا مقدار من حبيبات الكلوروفيل أقل بكثير من مقدارها في الخلايا العائدية .

فقد حصر العالم هيرلند Haberlandt عدد الكلوروبلاستيدات في ورقة نبات الخروع فوجد أن ٤٠٣٢٠٠ حبيبة في المليمتر المربع من الخلايا العائدية و ٩٢٠٠٠ حبيبة في المليمتر المربع من الخلايا الاسفنجية وعلى ذلك فيكون نحو ٨٢٪ من الكلوروبلاستيدات تابعة للسطح الأعلى و ١٨٪ منها تابعة للسطح الأسفل من الورقة

وأما أوراق النباتات المائية وكذلك أوراق النباتات التي تكون متعامدة مع أشعة الشمس مثل نباتات العائلة النجيلية والابصال فإن الميزوفيل يكون عبارة عن خلايا بارنشيمية عادية لا تتميز فيها خلايا اسفنجية وعائدية . وأما أوراق النباتات الصحراوية فإن الميزوفيل جميعه يتركب من خلايا عمائدية كما في نبات

Capparis Spinosa

٣ - الحزم الوعائية Vascular bundles

تنقسم الحزم الوعائية في الميزوفيل وتكون محوطة بنسيج واثق بارنشيمى أو اسكليرنشيمى

وكل حزمة تشتمل عادة على خشب يتجه نحو السطح الأعلى ويتركب من أوعية وقصبيات وخلايا بارنشيمية . وأما اللحاء فإنه يتجه نحو السطح الأسفل ويتركب من أنابيب غربالية وخلايا مرافقة وخلايا بارنشيمية .

مع ملاحظة أن الأوعية Vessels تنحني في تفرعات العروق الدقيقة فلا يبق شئ من عناصر الخشب إلا القصبيات Tracheides لتوصيل الماء إلى أجزاء الورقة وكذلك الحال مع اللحاء إذ يلاحظ في هذه الفروع الدقيقة أن الأنابيب الغربالية تصبح ضيقة وأما الخلايا المرافقة فإنها تكون حافظة لحجمها الطبيعى .

عمر الأوراق Duration of Leaves

تساقط الأوراق Leaf Falling

الأوراق زوائد جانبية على السوق وهي تصل إلى نهاية نموها بسرعة جداً فعند ما تصل إلى حجمها الطبيعى تقف عن النمو وتستمر على ذلك تؤدى وظائفها مدة تتراوح بين ٦ ، ٨ أشهر وقد تصل هذه المدة إلى سنة أو سنتين أو أكثر ولكنها لا بد أن تسقط إن أجلاً أو عاجلاً وتعوض بأوراق صغيرة أخرى . وموضع سقوط الورقة يمكن رؤيته بسهولة حيث ترى الندب الورقية Leaf Scars وهي تكون في الغالب مقرونة برعم أبلى .

منطقة سقوط الورقة Absciss layer

قبل سقوط الأوراق يلاحظ تكون منطقة الانفصال Absciss layer أسفل عنق الورقة حيث يرى أن جميع الأنسجة الميكانيكية في هذه المنطقة قد ضمرت والخلايا البارنشيمية استدارت والجدار الخلوى الأولى Middle lamella صار غروباً فتتفصل الخلايا بعضها عن بعض . وأما القصبيات والأنابيب الغربالية فلا يحدث لها أى تغيير بل تتكسر عند سقوط الأوراق وبذلك يكمل سقوطها وتكون من الخلايا البالغة نسيج مرستيمى يعطى خلايا الفلين التي يتجمع عليها الكيوتين واللجنين فتتكون الندبة الورقية

مسلك الحزم في النبات ذى الفلقة الواحدة

Course of Vascular Bundles in Monocotyledon.

مرور الحزم الوعائية في سوق النباتات ذات الفلقة الواحدة يخالف مرورها في سوق النباتات ذات الفلقتين لأن نمو النقطة النامية في ساق نباتات ذات الفلقة الواحدة مثل القمح والشعير والذرة والنخل والصبار وغيرها يأخذ وقتاً طويلاً كافياً لأن تكون أشربة البروكيوم لتعطي الحزم الورقية التي تنزل في السوق والأوراق في النباتات ذات الفلقة الواحدة عادة لها أعقاد Leaf sheathing base تحيط بالساق ويمر منها كثير من الحزم الورقية إلى الساق، غير موازية لسطحه فهي في المبدأ تتجه إلى المركز ثم تقوس إلى الخارج. وبعد مرورها إلى أسفل بمقدار سلامة أو اثنتين تتحد مع حزم أخرى لأوراق أكبر منها في السن ولذلك يلاحظ أن الحزم الوعائية في القطاع العرضي للساق مزدحمة بالقرب من البشرة وتقل في العدد كلما تقدمنا نحو المركز.



شكل ٨٧

طريق الحزم الوعائية في ساق نبات ذى فلقة واحدة

ففي سوق النخيل مثلاً نرى البادرة متأخر في النمو ونرى غمد الورقة أيضاً يحيط بالنقطة النامية وينمو إلى أعلى. والنقطة النامية تستمر في نموها البطيء حتى تأخذ غلظها المعتاد ثم تستطيل بسرعة وفي أثناء هذه المدة تكون آثار الحزم الورقية وكل أثر يتكون من عدة حزم وعائية تنزل في الساق وتكون الحزم الساقية والحزمة التي تكون العرق الوسطى تتجه بالقرب من وسط الساق وأما الحزم الجانبية فتتخني إلى الخارج بالقرب من البشرة وتزدحم بالقرب من الخارج في النباتات ذات الفلقة الواحدة. كما في شكل ٨٧

مسلك الحزم الوعائية

Course of Vascular Bundles

تقوم الحزم الوعائية بنقل المواد المجهزة وغير المجهزة إلى جميع أجزاء النبات كما تكون أشربة مستمرة من مبدأ الجذر إلى نهاية الورقة ويمكن مشاهدة ذلك بوضع نبات عشبي كامل مثل الكتان مثلاً في ماء حتى تتعفن أنسجته وتزول جميعاً ما عدا الحزم الوعائية. ومسلك الحزم الوعائية يختلف في ذات الفلقتين عنه في ذات الفلقة الواحدة، ولكل منهما طرق تتبعها وهذه هي:

مسلك الحزم الوعائية في النبات ذى الفلقتين

Course of vascular bundles in dicotyledon

تسلك الحزم الوعائية في سوق النباتات ذات الفلقتين ثلاث طرق:

١ - تمر في الساق من مبدئه إلى فته حزم لا تخرج إلى الأوراق بل تنغرس في النخاع وتكون دائرة محوطة من الخارج بالحزم المشتركة Common Bundles التي قد تتحد معها عند العقد Nodes كما في نبات الأرابيا، والبيجونيا وغيرها

وهذه الحزم تسمى الحزم الساقية Cauline bundles

٢ - وقد تنزل حزم من الأوراق. وتحد بالحزم

الساقية عند العقد، وتسمى الحزم الورقية

Foliar bundles

٣ - أما الطريق الثالثة التي تسلكها الحزم فقها

تسير الحزم في الساق إلى مسافة ما، عند العقد ثم تتخني

إلى الأوراق فجزوها الأسفل يتبع الساق والأعلى

يتبع الأوراق وهذه تسمى الحزم المشتركة

Common bundles والحزم الوعائية في معظم

النباتات البزيرية تسلك هذه الطريق الأخيرة أى

أنها حزم مشتركة كما في شكل ٨٦

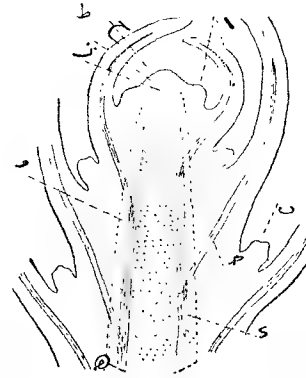


شكل ٨٦ - طريق الحزم الوعائية في ذات الفلقتين

نقطة النمو في الساق Growing Point of stem

قد عرفنا في الأبواب السابقة ترتيب الأنسجة المختلفة البالغة في النباتات الكاملة النمو والآت يجب علينا أن نعرف العلاقة بين هذه الأنسجة البالغة وأنسجة القطة النامية التي تولد منها كل أنسجة النبات .

قمة الساق تكون عادة محمية بالأوراق الصغيرة وهي تتרכب من كتلة مرستيمية على شكل القبة ومن هذه الخلايا المرستيمية تتكون الأنسجة المختلفة للساق والأوراق والأفرع وقد سبق شرح الخلايا المرستيمية فإذا قطعنا قطاعا طوليا في برعم كما في شكل ٨٨ يمكن ملاحظة ثلاث طبقات متميزة بعضها عن بعض وهي :



شكل ٨٨ - قطاع طولى في قمة الساق النامية

(١) أوراق صغيرة (ب) برعم ابلى (ج) حزمة ورقية (د و هـ) حزمة مشتركة (و) القشرة (ز) البليروم (ح) الدرماتوجن (ط) البريلم

(١) الدرماتوجن Dermatogen

وهي مكونة من طبقة واحدة دائماً تغطي القمة النامية وتنقسم فقط بجدار عمودى على السطح Inticinal وتكون ما يسمى بشرة الساق أو الورقة

(٢) البريلم Periblem

وهذه الطبقة تتكون أعلى القمة مكونة من طبقة واحدة من الخلايا تلي طبقة الدرماتوجن من الداخل ثم تنقسم انقسامات عدة منها ما يكون عموديا على السطح ومنها ما هو مواز له Periclinal ويتكون من ذلك نسيج القشرة الذى يشتمل على الاندوديرمس

(٣) البليروم Plerome

تتكون من هذه الطبقة كل الأنسجة التي تحد بالاندوديرمس من الخارج وهي تشتمل على الحزم الوعائية والنخاع والشعاع النخاعى ويلاحظ أن الأوراق والأفرع تظهر ككتومات حول النقطة النامية أصلها الدرماتوجن والبريلم ولا دخل للبليروم في تكوينها ويمكن أن نأخذ عمل القمة النامية وما تنتجه من الخلايا والأنسجة فيما يأتى :

الدرماتوجن	Dermatogen	... البشرة	Epidermis	... نسيج البشرة	Epidermal System
				تحت القشرة	Hypodermis
البريلم	Periblem	... نسيج القشرة	نسيج القشرة العادى	General Cortex	النسيج الأساسي
			الاندوديرمس	Endodermis	
البليروم	Plerome	نخاع	Pith	System of ground tissue	
		Pericycle	Conjunctive tissue	Medullary R.	
		Stelar System			
Vascular System		Vascular Bundle			

نقطة نمو الجذر Growing Point of Root

تختلف قمة الجذر عن قمة الساق اختلافا كبيرا وذلك لأن الأخيرة تحتمى بأوراق خضراء أو حرشفية تحميها من الطوارئ الخارجية ولكن قمة الجذر تحتمى من ذرات التربة الخشنة بنسيج يقال له القلماسة Root Cap شكل ٨٩

إنما تشتمل قمة الجذر النامية أيضاً على الطبقات الثلاثة المولدة التي مر ذكرها في قمة الساق النامية وهي الدرماتوجين والبرلم والبليروم

والدرماتوجين ينقسم في الجذر انقساماً موازياً وآخر عمودياً على السطح ويتكون من هذا الانقسام القلنسوة التي تتكون من عدة طبقات ولكن هذه الطبقة (الدرماتوجين) في الساق تبقى طبقة واحدة دائماً لتكون البشرة وقد سبق ذكرها

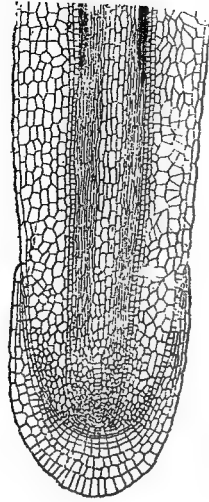
وأما البرلم الذي يولد القشرة والبليروم الذي تتولد منه الاسطوانة الوعائية فانهما مطابقان من جميع الوجوه لتلك الطبقات الموجودة في قمة الساق

منشأ القلنسوة The Origin of Root cap

(١) في بعض الأحيان نرى أن الدرماتوجين والبرلم يتحدان لدى قاعدة النقطة النامية في طبقة واحدة من الخلايا وهذه تنقسم عدة انقسامات فتتكون منها القلنسوة .

(٢) ولكن في غالب النباتات ذات الفلقتين نلاحظ أن القلنسوة تنشأ من انقسام خلايا الدرماتوجين فقط

(٣) وفي النباتات الممرقة البذور وأغلب النباتات البقلية خلايا الدرماتوجين والبرلم والكاليتروجين لا يمكن تمييز بعضها عن بعض وعلى ذلك يقال أن منشأ القلنسوة في هذه الحالة من خلايا الدرماتوجين والبرلم معا



شكل ٨٩ - قطاع طولى في قمة الجذر النامية لاحظ الأنسجة المختلفة

ملحوظة : غطاء النقطة النامية في النباتات المائية مثل عدس الماء Lemna ليس بقلنسوة حقيقة إذ لا تنشأ من خلايا الجذر كما سبق ذكره بل تتكون من خلايا الغلاف الجذري Root sheath التي تغطي الجذر الأثرى قبل إنباته وعلى ذلك يسمى هذا الغطاء بحجب الجذير Root pocket كما أن الحامل Lodder له جذر عار من القلنسوة إذ لا ضرورة لذلك

النمو الثانوى في ساق نبات ذى فلقتين

Secondary thickening in Dicotyledonous Stem

يظهر في القطاع الطولى لبرعم ما أن أعلى القمة النامية يتركب من خلايا مرستيمية متشابهة تماماً في كل خواصها الشكلية والحجمية وفي محتوياتها ثم بعد مسافة ما تتحول هذه الخلايا إلى خلايا يقال لها ديزموجين Desmogen حيث تظهر فيها طبقة البليروم مميزة عن الطبقات الأخرى الخارجية ثم تتحول إلى البروكسيوم الذى تتولد منه على جانبه الداخلى خلايا الخشب الأول Protoxylem وعلى جانبه الخارجى خلايا اللحاء الأول Protophloem وبعد ذلك يولد الكبيوم خلايا الخشب الثانى Metaxylem التى تدفع الخشب الأول إلى الداخل ويولد كذلك خلايا اللحاء الثانى Metaphloem التى تدفع خلايا اللحاء الأول إلى الخارج ولكن لا تمييز بين اللحاء الأول والثانى

وبعد مدة ينمو النبات ذو الفلقتين ويزداد في الغلط إذ يتحول البروكسيوم إلى كبيوم حقيق Real Cambium ويولد خشباً ثانوياً لجهة الداخل ولحاء ثانوياً لجهة الخارج

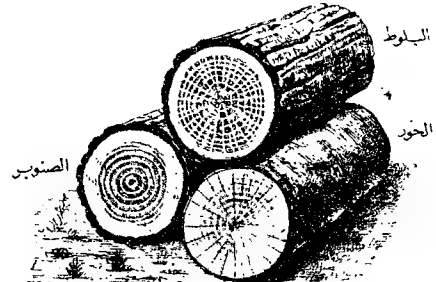
وزيادة على ذلك فإن الخلايا البارنثيمية البالغة المكونة للشعاع النخاعى Medullary ray الواقع بين الحزم الوعائية وعلى جانبي الكبيوم الحزمى Fascicular Cambium تتحول إلى خلايا مرستيمية . وتنقسم كل خلية انقساماً موازياً للسطح إلى خليتين : أحدهما تبقى مرستيمية تسمى انشائية Initial Cell والثانية إما أن تتحول إلى لحاء ثانوى أو خشب ثانوى وهذا التحويل إلى لحاء ثانوى أو خشب ثانوى غير معروف بالضبط والعبارة بالتجارب .

بنشاطه المعروف ويعطى الأنابيب الواسعة الرقيقة الجدر وبعد ذلك بأق فصل الشتاء التالى وتسقط الأوراق كدانتها ويحمل الكامبيوم ويعطى خلايا ضيقة وبذلك تتكون حلقتان سنويتان فى سنة واحدة .

تحويل الخشب الرخو إلى الخشب الصمى

Sap Wood into Heart Wood

لا يمكن لخلايا الخشب أن تؤدى وظائفها كموصل للماء طول عمر النبات لأن نهاية عمر خلايا الخشب من سنة إلى عشر سنين تقريبا ثم تموت بالتدريج ثم تتحول إلى خلايا ذات لون قاتم ممثلة بالرواسب العضوية وغير العضوية مثل الريزن Resin والتين Tannin والمادة الملونة هيما توكس لين Heamatoxline والسليكا التى تملأ قنوات الأوعية وأما الأوعية المحاطة بالخلايا البارنشمية فتملأ بزوائد وامتدادات من هذه الخلايا البارنشمية الميتة ويقال لهذه الزوائد تيلوسس Tylosis وهذه الأخيرة تعوق مرور الماء فى الأوعية وتصبح غير قادرة على تأدية عملها . هذا وخلايا الأشعة النخاعية الحية تصبح ميتة فكل هذه التغيرات تحدث نتيجة تحويل الخشب الرخو إلى خشب صمى وينتج عن ذلك وجود جزء كبير



شكل ٩١ - لاحظ الخشب الصمى فى هذه الدوق

من الخشب الميت الذى لا توجد بينه وبين الخلايا الخارجية علاقة حيوية . والخشب الصمى صلب شديد المقاومة ولذا بفضل فى التجارة ومع كل ذلك فان الخشب الرخو محدود الطبقات . فاذا تحولت طبقة منه إلى خلايا صلبة تكون طبقة أخرى بدلها من الكامبيوم النشط وتبقى عاملة ذات لون أفتح بكثير من الطبقة الداخلية شكل ٩١ .

الأشعة النخاعية

Medullary Rays

الشعاع النخاعى عبارة عن النسيج المتكون من خلايا حية بالغة بارنشمية واقعة بين الحزم الوعائية وتصل النخاع بالقشرة وهذه الخلايا تتحول إلى خلايا إنشائية مرستمية تُكوّن خلايا الكامبيوم الثانوى الذى ينشأ منه اللحاء والخشب الثانوى للخارج والداخل على الترتيب ويتولد منه كذلك نسيج الشعاع النخاعى الثانوى وهو إما أن يكون مكونا من صف واحد من الخلايا عرضا أو مكونا من صفين أو ثلاثة أو خمسة كما فى ساق نبات التيليا وخلاياه عادة حية إلى أن يتحول الخشب الرخو إلى خشب صمى فتتوّن خلايا الشعاع النخاعى .

وأما الشعاع النخاعى الواقع بين اللحاء الثانوى كما فى سوق القطن الكبيرة السن وكذلك فى سوق التيليا فانها تتركب من عدة خلايا بارنشمية تأخذ شكل قمع فتحته إلى الخارج وهذه الخلايا أيضا تكون حية إلى أن يتحول للحاء إلى قلف فتتزع مع كاسل للقف .

و تستعمل الأشعة النخاعية فى أغلب النباتات لتأدية الوظائف الآتية :

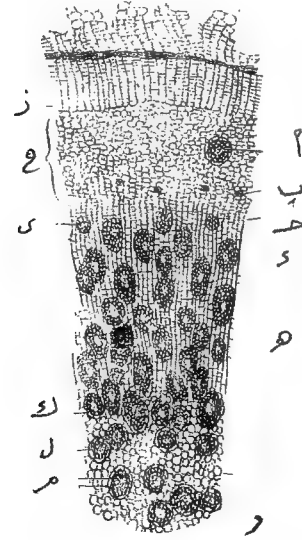
- ١ - لتخزين المواد الغذائية مثل النشا والزيوت فى فصل الشتاء إلى أن تفتح البراعم فى الربيع فتحول النشا إلى سكر قابل للانتشار فيذوب ويصعد إلى النقطة النامية
- ٢ - وكذلك يستعمل الشعاع النخاعى فى توصيل الغذاء المجهز وغيره من الحزم الوعائية إلى القشرة والنخاع
- ٣ - وأما خلايا الشعاع النخاعى البارنشمية الواقعة بين خلايا الكامبيوم

الحزبي فانه عند بدء النمو الثانوى فى السوق تتحول إلى خلايا مرستيمية ثانوية وتولدُ خشباً ثانوياً لجهة الداخل ولحاء ثانوياً لجهة الخارج .

النمو الثانوى فى ساق نبات ذى فلقة واحدة

Secondary Thickening in Monocotyledonous Stem

النباتات ذات الفلقتين تزداد فى الغلط سنة بعد أخرى بواسطة الكامبيوم ولكن فى النباتات ذات الفلقة الواحدة تتحول جميع خلايا الكامبيوم الأول Procamium إلى خلايا حزم وعائية فلا تبقى أى خلية انشائية لتعطى النمو الثانوى إذاً فهذا النمو معدوم فى سوق النباتات ذات الفلقة الواحدة .



شكل ٩٢ - النمو الثانوى فى ساق الدراسينا

(١) حزم ورقية (ب) رافيد (ح) كامبيوم (د، ي) حزمة صغيرة (هـ، و، ك، ل، م) حزم وعائية كبيرة (ح) القشرة (ز) الفلين

ولكن لكل قاعدة شواذ إذ نلاحظ فى ساق نبات الدراسينا Dracaena شكل ٩٢ وساق نبات الصبار Aloe أنه يظهر فيها النمو الثانوى الذى يخالف النمو فى ساق النباتات ذات الفلقتين وذلك بأن تدفع الحزم الوعائية الأولية إلى الوسط وتتحول خلايا القشرة البالغة البارنشيمية إلى خلايا مرستيمية وتولدُ الحزم الوعائية الثانوية لجهة الداخل وعناصر هذه الحزم تشابه تماماً عناصر الحزم الأولية وهى من نوع مركزية اللحاء . وتولد الخلايا المرستيمية زيادة على ذلك خلايا القشرة الثانوية لجهة الخارج .

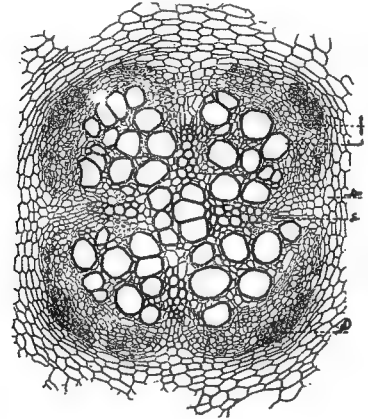
وتوجد طريقة أخرى فيها ينمو النبات ذو الفلقة الواحدة إلى نوع من الشجر بدون نمو ثانوى كما فى النخيل إذ أن الغلط فيه يخالف الغلط فى الدراسينا لأن بادرة النخيل تتأخر فى نموها فيلاحظ فى المبدأ ظهور أغعاد أوراق تنمو إلى أعلى تحيط بالنقطة النامية التى تستمر فى نموها البطيء حتى تأخذ غلطها المعتاد ثم تستطيل بسرعة وزيادة الغلط فى هذه الأحوال تنتج من كبر الخلايا البارنشيمية التى تكون النسيج الأساسى ومن كبر خلايا الألياف التى تحيط بالحزم الوعائية وتكون جزءاً منها إذ تزداد هذه فى المساحة بزيادة الفراغ الخلوى وبزيادة الغلط فى الجدر الخلوية مع ملاحظة أن خلايا الحزم الوعائية ذاتها من خشب ولحاء لا تتأثر بهذا النمو . والنمو الثانوى الشاذ كما يحصل فى المستلقات سيشرح فى بابها الخاص

النمو الثانوى فى الجذور

Secondary Thickening in Roots

نظام النمو الثانوى فى الجذر يشبه ما يحدث فى الساق إلا أنه يخالفه فى أن الكامبيوم الذى يتكون فيما بعد من الخلايا البارنشيمية بين اللحاء والخشب يكون فى حالة غير منتظمة فظهر الكامبيوم داخل اللحاء الأول ثم ينمو تدريجياً حتى يكون خطاً منحنياً يجعل اللحاء فى الخارج والخشب فى الداخل والكامبيوم الذى يتكون داخل اللحاء الأول مباشرة نشيط جداً وهو ينقسم ويولد لحاء ثانوياً لجهة الخارج وخشباً ثانوياً لجهة الداخل وأما الكامبيوم الذى يقع أمام البروتوزيلم

فانه ينقسم لتنشأ منه خلايا بارنثيمية حية تكون في مجموعها شعاعا نخاعيا وهكذا يستمر النمو إلى أن يصبح الكامبيوم في دائرة منتظمة والنمو الثانوي منتظما . حتى إن التركيب الداخلى للجذر القديم يتشابه مع تركيب الساق المساوي له في العمر الا في بعض مميزات تميز أحدهما عن الآخر وقد مر ذكرها . شكل ٩٣

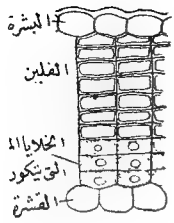


شكل ٩٣

(أ) اللحاء (ب) الخشب الثانوي (ج) الاندوديرمس
(د) الخشب الأولي (هـ) البريسيكل

تكوين الفلين Cork Formation

ازدياد الساق في الغلط يعرض البشرة للتمزق فلأجل أن يحفظ النبات أنسجته الداخلية من الأعراض الخارجية ينشئ نسيجاً من طبقة البشرة يسمى الفلوجين أو الكيموم الفليني Phellogen or cork cambium ليتولد عنه الفلين (Phellen) Cork فإذا ما فقدت طبقة البشرة يتكون الفلين من طبقة القشرة التي تليها ثم من الطبقة التي بعدها وهكذا إلى أن يتولد من خلايا اللحاء شكل ٩٤



شكل ٩٤ - تكون الفلين

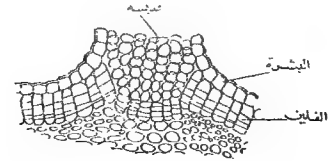
وهذا النمو الفلوجيني يعتبر نموا ثانويا أيضا كما يحدث في خلايا الكامبيوم الخري أو بين الخري التي يتولد منها الحزم الوعائية الثانوية إلا أن خلايا الفلين كلها متشابهة تماما وذات جدر خلوية مسورة ، وهذا ما يجعلها غير قابلة لنفاذ الهواء أو الماء ولذلك تستعمل كمسدادات للقوارير . وأما الخلايا التي تحدث في الحزم الوعائية فيخالف بعضها بعضاً إذ منها القصبات والقصبات وهذه تكون أهم عناصر الخشب والآنابيب الغربالية والخلايا المرافقة وتكون أهم عناصر اللحاء والخلايا البارنثيمية والاسكايث شيمية توجد في الخشب واللحاء والقشرة ويتكون الفلين في الجذور من طبقة البريسيكل فتحجز الغذاء من الداخل عن طبقات القشرة قموت هذه وتصبح خلايا من القلف . وقد يتكون الفلين في الجذور كما في جذور التين الشوكي من خلايا القشرة فيشبه بذلك تكونه في السوق أما في الأوراق فلا يتكون فيها فلين Cork إلا إذا ضرورة لذلك إلا في أحوال خاصة كالوحدث لها جرح أو خدش من حشرة أو حيوان أو إنسان فان الفلين يتكون لحفظ الأنسجة الداخلية ولذلك نلاحظ أيضا تكون الفلين عند سقوط الأوراق لحفظ أنسجة الساق الداخلية وتكون من ذلك الندبة الورقية Leaf Scar

تكوين الفلين من خلايا البشرة : —

خلايا البشرة تستطيل إلى الداخل والخارج وتصبح مرستمية ثم تنقسم عدة انقسامات ويتكون الفلوجين ليعطى طبقات عديدة من الفلين لجهة الخارج وطبقة أو اثنتين من خلايا الفلودرم لجهة الداخل وهذه الخلايا الأخيرة حية أى تشمل على بروتوبلازم وتشبه في تركيبها خلايا القشرة .

البريدرم Periderm

هو عبارة عن النسيج الذى يشمل الفلوجين وما ينشأ منه من الفلين والفلودرم وبعد أن تغلظ جدر خلايا الفلين بما يرسب عليها من مادة السوبرين وتصبح غير منفذة للماء والهواء ولاجل أن يتنفس النبات يعطى الفلوجين بدلا من خلايا الفلين المتناسكة «المسورة» خلايا مفككة داخل الثغر لتكون العدديات Lenticles وبذلك يصير الفلين مفككا بعضه من بعض فى مناطق العدديات شكل ٩٥ مع العلم بأنه فى وقت الشتاء تنشأ خلايا من الفلوجين «مسورة»



شكل ٩٥ - العدية

ومتناسكة بعضها مع بعض تحت العدديات لتمنع التجع وعند حلول فصل النشاط (الربيع) يذوب السوبرين، فتصبح الخلايا مفككة كما كانت وتفتح العدديات ثانيا لتؤدى عملها من جديد هذا والفلين نسيج تتدمل به الجروح فى النباتات لانه إذا أزيلت قطعة من بشرة الورقة مثلا ينبه هذا الجرح الخلايا الصحيحة التى تحته فتتقسم وتحول إلى خلايا مرستيمية ، تولد خلايا فلين لتغطية النسيج الذى تحته وحفظه من الأمراض الخارجية مثل الفطر والحشرات .

وهذه هى الطريقة المتبعة فى التكاثر الخضرى بالأوراق مثلا كما فى نبات البيجونيا أو بالعقل مثل التين والعب والرمان وغيرها لأن الجرح يتيح للخلايا البارتنيمية البالغة الحية التى تليه فتتقسم وتصبح مرستيمية ويتكون منها نسيجاً يسمى «حزم الكامبيوم» Bundle Cambium الذى يولد البريسكل وينشأ من الأخير الجذور العرضية التى تمتص الماء بشعيراتهما وتمد به الأجزاء الأخرى فتتفرع البراعم إلى أعلى مكونة الفروع والأوراق .

الباب الثالث

علم وظائف الأعضاء

Physiology

يبحث علم وظائف الأعضاء Physiology فى الأعمال الحيوية التى تقوم بها النسيجة النبات المختلفة حتى تنهى للنبات الظروف المناسبة فيحيا حياة جيدة . والوظائف الرئيسية التى تتعاون على أدائها أعضاء النبات المختلفة من جذر وساق وورقة وزهرة هى :

- ١ - امتصاص الغذاء Absorption of food
- ٢ - رفع العصارة Ascending of Solution
- ٣ - النتح Transpiration
- ٤ - التمثيل Photosynthesis
- ٥ - الانزيمات Enzymes
- ٦ - التنفس Respiration
- ٧ - النمو Growth

الغذاء ومصادره Food and its sources

قبل البدء فى دراسة كل واحد من هذه الوظائف السابق ذكرها يجب أن نبحث العناصر التى تدخل فى تركيب النبات وأهميتها له ومن أين يأخذ هذه العناصر . وعلى أى صورة يمكنه أن يمتصها . ومن أجل هذا يجب أن يحلل أى نبات لمعرفة تركيبه .

تحليل النبات Analysis of Plant

فلو أخذنا نباتا وجففناه إلى درجة فوق درجة الغليان بقليل لمدة بضع ساعات. ووزناه قبل وبعد التسخين وأعدنا عمليتي التسخين والوزن عدة مرات إلى أن يثبت الوزن الجاف نلاحظ أن النبات قد نقص وزنه إلى ما يقرب من ٩٠٪. من وزنه الحقيقي فهذا النقص هو الماء الذي كان يحتويه النبات.

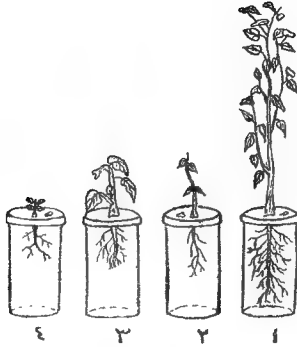
فلو أخذنا ما بقي من النبات السابق بعد نفاذ الماء جميعه ثم حرقناه كذلك في بودقة من البلاتين ذات غطاء معلوم وزنها فنلاحظ غازات تتطاير وكذلك يتطاير الكربون على حالة ثاني اكسيد الكربون ، وباستمرار الجرق بلهب شديد لمدة بضع ساعات نلاحظ أن المادة صارت رمادا أبيض وبعد تبريد البودقة بما فيها ثم وزنها يمكن معرفة وزن الرماد ثم بتحليلات كياوية يمكن معرفة العناصر الداخلة في تركيب الأنسجة النباتية . ووزن الرماد في كثير من النباتات يتراوح ما بين ١٪ إلى ٣٪ من وزن النبات

عناصر النباتات المختلفة Different Elements of Plant

مما سبق يمكن معرفة العناصر الداخلة في تركيب النبات وهي الكربون والأكسجين والأييدروجين والازوت والكبريت والفسفور والكالسيوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم والحديد وقديوجد الصوديوم والسليكون والكلور . وفي أعشاب البحر كالطحالب يوجد بعض عناصر أخرى مثل البرومين والأيودين وعناصر أخرى . والعناصر المعدنية وغير المعدنية يمتصها النبات وتنتشر في أنسجته على حالة أملاح قابلة للذوبان مثل الفوسفات والكبريتات والازوتات والسليكات الكلورات للمعادن ، الحديد والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم وغيرها من المعادن .

تجربة تثبت أهميه العناصر :

ازرع بيور نبات ما إلى أن يتكون له مجموعاه الجذرى والخضرى ثم انتخب بإدارات متباعدة الصحة والقوة واجر عليها التجارب الآتية : كما في شكل ٩٦ .



شكل ٩٦ - يرى مفعول الأملاح في النبات

- (١) محلول مائى به جميع العناصر اللازمة للنبات
(٢) ما عدا الازوت
(٣) الكالسيوم
(٤) البوتاسيوم

١ - ضع بادرة في إناء به محلول مائى يحتوى على كل العناصر اللازمة للنبات ثم اتركها تثبت .

٢ - ضع بادرة أخرى في إناء آخر به محلول مائى ينقصه الازوت ثم اتركها تثبت .

٣ - ضع بادرة ثالثة في إناء ثالث به محلول مائى ينقص منه عنصر الكالسيوم و اتركها تثبت .

٤ - ضع بادرة رابعة في إناء رابع محلوله تام العناصر جميعها ماعدا البوتاسيوم أترك النبات ينمو .

مع العلم أن سداد الفانين الذى يقفل الاناء به فتحة ثانية غير التى ينفذ منها النبات للهوية .

مما سبق يرى أن النبات في الحالة (١) ينمو طبيعيا ولكن في الحالات (٢) و (٣) و (٤) أخذت النباتات في الاضمحلال والضعف الذى يودى بها في نهاية أمرها إلى الموت .

أهمية الماء والعناصر المختلفة للنبات

Importance of Water and different Elements for plant

أولاً : أهمية الماء Importance of Water

الماء ضرورى لحياة الكائنات الحية سواء كانت نباتية أو حيوانية وما يأتى بين أهمية الماء .
١ - أنه يكون معظم محتويات البروتوبلازم فى الخلية وهى مادة الحياة فى النبات .

٢ - معظم المواد العضوية النباتية يدخل الماء فى تركيبها .

٣ - يتربك الماء من الأيدروجين والأكسجين . ودخول الماء فى النبات معناه أن النبات اكتسب هذين العنصرين اللذين يدخلان فى تركيب المواد العضوية عند عملية التمثيل الكربونى .

٤ - النبات يمتص الغذاء من التربة على حالة ذوبان لجميع الأملاح الغير قابلة للذوبان فى الماء لا يستفيد منها النبات بل لا بد لها أن تتحول إلى أملاح قابلة للذوبان فى الماء أولاً ثم تمتص بالشعيرات الجذرية لتصل جميع أعضاء النبات بطرق مختلفة سنشرحها فيما بعد

٥ - عند ما تكبر الخلية وتحصل فيها الفجوات تمتلئ هذه الفجوات بالعصير الخلوى لتحفظ الخلية من الانكماش وهذا العصير يتركب معظمه من الماء .

٦ - مما سبق فى أنبات البزور يعرف أن الماء هام جداً إذ به يستيقظ الجنين من ثباته وينمو معطياً المجموع الخضرى والجذرى :

ثانياً : العناصر Elements

من التجربة السابقة شكل ٩٦ تعرف أن كل عنصر له أهمية فى تركيب جسم النبات ولا يمكن للنبات أن يكمل نموه ويعطى ثماره ويزوره بدرجة مرضية إلا إذا توفرت جميع العناصر اللازمة له فى التربة التى يعيش فيها وفيما يأتى تذكر العناصر:

١ - الكربون Carbon

الكربون مهم فى النبات إذ يدخل فى تركيب جميع المواد العضوية فلو زرعت نباتات فى أرض خالية من مركبات الكربون وتوفرت بقية الأملاح الأخرى فإن النبات ينمو نمواً عادياً فإذا حال تحليلاً كيمائياً فلاحظ أنه يشتمل على الكربون فهذا دليل ثابت على أن النبات أخذه من كربون الهواء الجوى
مع أن بعض النباتات التى تعيش معيشة رملية أو طفيلية تأخذ الكربون على حالة مركبات كربونية عضوية وهذه النباتات بعضها دق كالقطن والبنكتيريا والخميرة yeast وبعضها نباتات راقية مزهرة مثل الحامول والهاوك والسياسيوم والرافلزيا .

٢ - الأكسجين والهيدروجين Oxygen & Hydrogen

عنصران مهمان فى حياة النبات لأنهما يكونان الماء وبعد دخولها النبات يتحدان بالكربون وغيره من العناصر فيتكون البروتوبلازم والجدر الخلوية والدهون وبقية الكربوهيدرات .

والأيدروجين فى مادة النبات الجافة يزن تقريباً نحو ٥.٠ و ٦.٠ من وزنها الحقيقى وأما الأكسجين فيتراوح وزنه بين ٣٠.٠ و ٤٥.٠ من وزنها الحقيقى وهو يمتص من الهواء الجوى بطريقة التنفس . ويؤخذ من التربة على حالة أملاح معدنية وأما فى النباتات المائية المغمورة فى الماء فإنها تأخذ الأكسجين المذاب فى الماء وكذلك من أكسجين ثانى أكسيد الكربون المذاب فى الماء أيضاً وفى هذه الحالة يسمى التنفس غير مباشر Indirect Respiration لأنه بعد عملية التمثيل ينطلق الأكسجين وينتشر من خلية لأخرى ويستعمل فى تنفس النبات .

٣ - النيتروجين Nitrogen

يدخل النيتروجين فى تركيب البروتينات والمواد الزلالية والأميدات وأملاح الأزوتات المعدنية وهذه توجد فى العصارة الخلوية بمقادير صغيرة . ومعظم الأزوت يؤخذ من التربة على حالة أزوتات وأما بكتيريا العقد التى

تصيب جنود البقيات فأنها تثبت أزوت الجو وتحوله الى أزوتات يمتصها النبات البقي .

وقد ثبت بالتجارب أن الأرض المسعدة بالازوتات بكثرة عظيمة جدا تنمو نباتاتها نموا خضرانيا عظيما أيضا فيظهر للرائ أنها تعطى محصولا من البزور أو الثمار جيدا جدا مع أن هذا يكون على النقيض .

٤ - الفسفور Phosphorus

الفسفور يدخل في تركيب بروتينات نواة الخلية النباتية ويكون كثيرا من رماد البزور وكذلك يلاحظ أن الأرض الفقيرة في الفسفات قد تكون نباتاتها ذات بزور غير تامة النمو

٥ - الكبريت Sulphur

يتمص من التربة على حالة كبريتات ويدخل في تركيب البروتينات ومقداره فيها لا يزيد عن ٢٪. ويدخل في تركيب زيت الخردل

٦ - البوتاسيوم Potassium

مع أن عمل عنصر البوتاسيوم في الخلية غير معروف الى الآن إلا أن العالم دفرز De Vries أثبت أنه عامل في انتفاخ الخلية ويوجد هذا العنصر في رماد النباتات الصغيرة السن لأنه دائما يزيد في نشاط انقسام الخلايا وكذلك يوجد في العصارة الخلوية على حالة مواد عضوية وغير عضوية ويوجد كذلك في درنات البطاطس بنسبة ٢.٣٪ من مادتها الجافة وفي الغن بنسبة ٣٪.

٧ - الكالسيوم Calcium

الكالسيوم عنصر يوجد بكثرة في أعضاء النبات الكبيرة السن لأن البوادر الحديثة قد يمكن أن تستغنى عن الكالسيوم مدة كبيرة مع انه لا بد من أن تمتص الكالسيوم حتى يتم نموها إذ بدونها يأتي عليها وقت قليل تذبل ثم تموت . والكالسيوم مفيد جدا إذا وجد في الخلية بمقدار لا يضر بالنواة إذ يمكنه أن يتعادل مع حمض الاكساليك ويكون أملاح أ كسلات الكالسيوم لأن هذا الحمض إذا كثر في الخلية النباتية فقد يسبب موتها .

وقد يوجد في الخلايا على حالة بلورات أو على حالة مجموعة من عصيان أكسلات الكالسيوم يقال لها رافيدز Raphides

والكالسيوم يتمص من التربة على حالة أملاح قابلة للذوبان ورماد الشعير قد يبلغ الكالسيوم فيه ٧٪.

(٨) المغنيسيوم Magnesium

يوجد في رماد النباتات ولا سيما رماد بزورها ويؤخذ من التربة على حالة كربونات وكبريتات مع أن فائدته للنبات لا تزال غامضة إلى الآن

(٩) الحديد Iron

الحديد مهم لأنه يدخل في تركيب الكلوروفيل ولو أنه لا يوجد في النباتات الخضراء إلا بمقادير قليلة لا تزيد عن ٢ ر. ٠٪. وهو يوجد في البزور أيضاً . ويساعد على اخضرار الأوراق في بدء الأمر وبعد ذلك يتمص من الأرض ويكسب الأوراق التالية الخضرة التي تساعد على عملية التمثيل الكربوني

فاذا زرنا بزورا في تربة خالية من الحديد فإن الأوراق الأولى تظهر خضراء لما في البزور من الحديد وبعد ذلك تنمو الأوراق بيضاء من غير لون تقريبا لعدم وجود الحديد في التربة

أما العناصر غير الأساسية فلا ضرورة لذكرها بالتفصيل فالكالسيوم Silicon يوجد بكثرة في سوق وأوراق النباتات النجيلية وبعض الطحالب مثل الدياتوم . وأما اليود Iodine فيوجد في بعض الطحالب . وأما الصوديوم Sodium والكلورور Chlorine فيوجدان في النباتات الملحية Halophytic مثل السلسولا Salsola

مشمطات النباتات العضوية وغير العضوية

Organic and Inorganic Compounds in plants

مما سبق عرفنا العناصر اللازمة لحو النباتات والداخلية في تركيبها والآن يجب أن نعرف المواد التي تنشأ من هذه العناصر وهي: (١) مواد عضوية (٢) مواد معدنية تكون على حالة بلورات والمواد العضوية إما أن تترك من الكربون والهيدروجين والأكسجين. مثل الكربوهيدرات والدهون والحوامض العضوية وإما أن يدخل في تركيبها الأزوت زيادة عن العناصر الثلاثة السابقة كما في البروتينات

المواد الكربوهيدراتية Carbohydrates

من المواد الكربوهيدراتية الشائعة في النبات السكر بأنواعه والنشا والسيلولوز وهي تشتمل على الكربون والهيدروجين والأكسجين وإن الأخيرين يكونان بنسبة وجودهما في الماء $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

١ - السكر Sugar

كل أنواع السكر حلوة المذاق ومنها :-

أولاً: الجلوكوز (الدكستروز) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ أو سكر العنب (ك $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) وهو منتشر في جميع الفواكه مثل العنب بنسبة ٢٠٪ - ٣٠٪ والتفاح بنسبة ١٠٪ - ١٥٪ والبرقوق بنسبة ٣٪ - ٥٪ وهو يتخزل محلول فهلنج ويتأثر بعمل الخائثر yeasts

ثانياً: الفركتوز (لفيولوز) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ أو سكر الفاكهة (ك $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) ويوجد مرافقاً للسكر السابق في الفواكه وهو أيضاً يتأثر بعمل الخائثر مباشرة ويتخزل محلول فهلنج

ثالثاً: سكر القصب (سكاروز) $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ (ك $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) ويوجد

في العصارة الخلوية لخلايا سوق القصب بنسبة ١٥٪ - ٢٠٪ وفي جذور البنجر بنسبة ١٢٪ - ١٦٪ وهو يتحول بأنزيم خاص إلى سكر الفاكهة وسكر العنب ك $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ + $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ = أنزيم + ك $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ + ك $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ + أنزيم سكر قصب + ماء + أنزيم = سكر فاكهة + سكر عنب + أنزيم وسكر القصب لا يتأثر بالخائثر مباشرة ولا يتخزل محلول فهلنج وكذلك يمكن تحويله إلى السكرين السابقين بغليه مع حوامض مخففة أو بعمل الأنزيم الخاص به .

رابعا: سكر الملتوز Maltose $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ هذا السكر يوجد في البزور المستنبئة مثل بزور شعير البيرة Malt ويمكن الحصول عليها عملياً بتأثير أنزيم الديستاز على النشا ومن خواصه أنه يتأثر بعمل الخائثر ويتخزل محلول فهلنج

٢ - النشا Starch (ك $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$)

يوجد النشا مخترز في الجذور والدرنات والحبوب والبزور . وحة النشا مكونة من البعده من نواة « سره » Hilum أو نواتين تتراكم عليهما المادة النشوية طبقات بعضها فوق بعض كما في القمح والبطاطس

وحبة النشا تكون على أشكال عدة منها البسيطة ومنها المركبة من عدة حبيبات . والنواة قد تكون على جنب Excentric كما في درنات البطاطس أو تكون في مركز الحبة Concentric كما في حبوب القمح وقد تكون النواة على شكل فجوات متشعبة في وسط الحبة كما في بزور الفول والبازلاء والفاصوليا

ويتأثر النشا بأنزيم الديستاز فيتحول إلى سكر الملتوز وكثير من المواد القابلة للذوبان في الماء مثل الصمغ وغيره

وإذا أغلى النشا مع الأحماض المخففة يتحول إلى جلوكوز ودكسترين وحبيبات النشا تنفتح ولا تذوب في الماء الساخن فيجب عند عمل عجينة من النشا قابلة للذوبان في الماء أن يذاب النشا في الماء البارد أولاً . وإذا سخن إلى درجة

الحرارة بين ١٥٠° - ٢٠٠° س تحول الى دكسترين أسمر اللون . ويحصل على النشا في الصناعة من درنات البطاطس بعد هرسها أو من حبوب القمح والشعير

٣ - السيلولوز Cellulose (ك.بد.أ.)

تركب جدر الخلايا النباتية من مادة السيلولوز . وهو نتيجة من نتائج عمل السيتوبلازم ويكون في أول أمره رقيقا كما في جدر الخلايا المرستمية وبعد ذلك يتراكم بعضه فوق بعض على شكل طبقات كما في الخلايا البارنشمية وخلايا البشرة والخلايا الكلورنشمية والأنايب الغرابية وغيرها من الخلايا الحية وله أنواع منها : -

أولا : السيلولوز النقي - يمكن الحصول عليه من شعيرات القطن التي تنمو من قصرة بزورها أو من ألياف الكتان التي تؤخذ من سيقانها بعد إجراء عمليات كثيرة لإزالة المواد المتحددة وهذا السيلولوز غير قابل للذوبان في الأحماض ولا القلويات المخففة ولكنه يذوب في كسيد النحاسيك المتأخرى وفي محاليل كلورور الزنك المركزة مع التسخين ويتلون باللون الأزرق إذا اختبر بمحاض الكبريتيك واليود معا

ثانيا : وقد يتراكم على السيلولوز مواد أخرى مثل اللجنين كما في الجدر الخلوية لخلايا الخشب مثل القصبات والقصبية والألياف وكذلك ألياف اللحاء وغيرها من الخلايا الميتة . والسيلولوز هنا يشتمل على نسبة مئوية من الألكسين أكثر من سيلولوز القطن ويعطى نسبة قليلة من سكرى الدكستروز والمنوز إذا أضفنا إليه حامض الكبريتيك . ويلون باللون الأحمر بصغرة السفرائين

ثالثا : وأما السوبرين فيتكون من مادة دهنية أو شمعية ويوجد متحدا مع مقدار قليل من السيلولوز في جدر خلايا الفلين وهو غير منفذ للماء ولا الهواء ولذلك يستعمل الفلين في قفل القوارير لحفظ محتوياتها من التلف

والكيوتين مثل السوبرين في تركيبه تقريبا ويوجد عادة على الجدر الخارجية لخلايا البشرة وكذلك على جدر خلايا الإندوديرمس .

فإذا اختبرت الجدر الخلوية المشتعلة على سوبرين أو كيوتين بمادة كلوروزنك اليود انقلب لونها إلى أسمر ضارب إلى الصفرة

٤ - الأنولين Inulin (ك.بد.أ.)

يوجد الأنولين على حالة ذوبان في العصير الخلوى لنباتات العائلة المركية مثل الدهليا Dahlia والسريس وفي درنات الطرطوقة إذ تحلل محل النشا كغذاء مكثن وكذا في سوق وأوراق بعض النباتات التابعة للعائلة الزنبقية ويحواله أنزيم خاص يسمى الإنوليناز إلى سكر ليفولوز وإذا وضع في كحول نقي بضعة أيام انفصل الأنولين على صورة بلورات إبرية منتظمة متشعبة

الدهون والزيوت الثابتة Fats & oils

وهي مركب عضوى من الجلسرين وحوامض دهنية وتوجد على حالة حبيبات غير منتظمة في العصير الخلوى للخلايا كما في بزور القطن والسمسم والخروع وتكون في بزور الكتان بنسبة ٣٩ ٪ .

وتوجد زيوت طيارة يعزى إليها رائحة بعض النباتات مثل الشيح الجبلى والتنعناع والأدنتوسيرم Odontospermum والورد وغيرها

الأحماض العضوية Organic acids

الأحماض العضوية في النبات تكون على حالة منفردة أو متحدة بمعادن مثل حامض الأكساليك الذى يتحد مع الكالسيوم والبوتاسيوم وتتكون منه أكسالات الكالسيوم والبوتاسيوم في النسيج البارنشيمى للسوق والجذور . والطعم المر الموجود في أوراق الخيض يعزى إلى أكسالات البوتاسيوم وقد تكون أكسالات الكالسيوم بلورات إبرية في كتل تسمى رافيدز Raphides . وحامض الستريك كما في الليمون والبرتقال وغيرها من أنواع الموالح يكون منفردا أو على حالة سترات الكالسيوم والبوتاسيوم وتوجد حوامض أخرى في النبات مثل حمض الطرطريك والماليك

المواد العضوية الازوتية Organic nitrogenous substances

هذه المواد العضوية تشتمل على البروتينات وهي توجد في العصير الخلوى لبعض البزور مثل بزور الخروع وفي هذه الحالة يتميز فيها جزآن : الجلوبويده Globoid والكرستالويد Crystalloid وقد سبق شرحهما . وتكون البروتينات

على شكل حبيبات صلبة مستديرة أو غير منتظمة كما في طبقة الالبيرون الموجودة داخل الغلاف الثرى والبريزى في حبة القمح والشعير والذرة وغيرها وأما في الفول والبازلاء فانها تكون على حاله صغيرة جدا . وتوجد في بزور الترمس بقدار ٠.٣٤٪ وبزور الفول بمقدار ٠.٢٤٪ والقمح ٠.١٣٪ والشعير ٠.١٠٪ والبطاطس نحو ٠.٢٪ واللث ٠.١٪ تقريبا حسب تقرير ريسيفال
لو اختبرنا البزور المشتملة على بروتين بكثرة بمحلول اليود فانها تتلون باللون الأصفر .

١ - امتصاص الغذاء

Absorption of food

نباتات الحقل مثل القمح والفول والجرذل يكون لها منطقة شعيرات جذرية تنص بها ماء التربة ولكن النباتات المائية منطقة الشعيرات الجذرية فيها معدومة وإذا وجدت فلا تعمل على الامتصاص لأن النباتات المائية تمتص ماؤها من جميع جسمها من سوق وأوراق وغير ذلك وأما النباتات التي تنمو في الأرض الشديدة الجفاف مثل الصحراء قد يضعف نمو شعيراتها الجذرية أو قد ينعدم البتة وفي هذه الحالة يحدث لها تحورات خاصة في أوراقها وسوقها تتمكن بها من امتصاص ماء المطر والندى .

تركيب الشعيرة الجذرية Structure of root hair

الشعيرة الجذرية أنبوبية الشكل وهي امتداد من الخلايا الخارجية للجذر وتحاط بجدار سيلولوزي منفذ للماء ومبطن من الداخل بطبقة من البروتوبلازم وهي غشاء رقيق جيلاتيني ينظم امتصاص الماء الأرضي والشعيرات الجذرية تنساب بين حبيبات التربة الأرضية وتتصلق بها وتحاط من الخارج بطبقة رقيقة من الماء الأرضي المذاب فيه بعض الأملاح ولكن قوة تركيزها أقل من العصير الخلوى في الشعيرة الجذرية .

والماء الأرضية وما يذوب فيها من الأملاح تمر خلال الشعيرات الجذرية بتأثير الضغط الاسموزي ويمكن اعتبار هذا الضغط الاسموزي بأنه حالة طبيعية بسيطة يتوقف عملها على نشاط بروتوبلازم الخلية وقوة تركيز العصارة الخلوية وعلى ذلك

يمكن تعريف الانتشار العشائى Osmosis بأنه انتشار أو مرور السوائل من الأغشية التي لا ترى بها فتحات .

والضغط المسبب لهذا الانتشار داخل الأغشية شبه المنفذ للماء يسمى بالضغط الانتشارى Osmotic Pressure

وقد يطلق على المواد الذائبة التي يتوقف عليها الضغط مدنيا بالمواد الانتشارية Osmotic substance

الانتشار العشائى Osmosis

إذا ربطت مائة نخط بعد ملئها بمحلول سكرى ثم وضعتها في كوب به ماء مقطر ظهر بعد مدة أن المحلول السكرى ازداد بدخول ماء الكوب فيها وانها انتفخت وتصلبت بضغط ذرات السكر عليها من الداخل وهذا ما يعبر عنه بالضغط الانتشارى .

والمحاليل المائية بالنسبة لانتشارها في الأغشية تنقسم إلى قسمين :
أولا : محاليل قابلة للبلور Crystalloid وهى التي تنتشر ذراتها خلال الأغشية .

ثانيا : محاليل غروية جيلاتينية Colloids وهى التي لا تنتشر ذراتها خلال الأغشية ومعظم محتويات النبات على حالة غروية لا تنتشر بين الخلايا

الأغشية Membranes

الماتة الحيوانية وورقة بارشمنت Parchment Paper والمواد الغروية الجيلاتينية والأغشية الناتجة من المواد الراسبة كلها أغشية شبه منفذة يمكن استعمالها في تجارب الانتشار الاسموزى وأما المشاة الحيوانية فهي أكثر ملاءمة لأن تركيبها يطابق الجدر الخلوية في النباتات تقريبا

وبعض الأغشية تسمح بمرور بعض المواد خلالها دون الأخرى لأن ذرات المواد المذابة تختلف بعضها عن بعض في الحجم فلو أخذ محلولان من سكر القصب وملح الطعام وكانت قوة تركيزهما واحدة مع العلم بأن ذرات سكر القصب أكبر من ذرات ملح الطعام فالغشاء شبه المنفذ الذى يسمح بمرور ذرات الملح

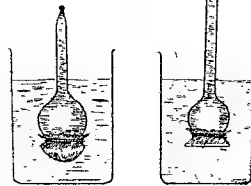
لا يسمح بمرور ذرات السكر ولا ثبات ذلك تجرى التجربة الآتية
ضع في قمع مقفل اقلًا محكمًا بنشاء شبه منفذ محلول سكر ونكسه في كوب
ممتلئ بمحلول الملح تلاحظ بعد مدة أن المحلول ارتفع في القمع ومحلول السكر
تغير طعمه والماء في الكوب نقص عن ذي قبل ومحلول الملح لا يزال طعمه مالحًا
فهذا يدل على أن محلول الملح دخل في القمع خلال النشاء شبه المنفذ الذي لا يمر منه
محلول السكر إلى الخارج وهذا معناه أن ذرات السكر لا تنفذ من هذا النشاء لذي
تمر منه ذرات الملح وأما ذرات الماء فانها تنفذ من الخارج إلى الداخل ومن
الداخل إلى الخارج على حد سواء

وقياسا على قانون جراهام لانتشار الغازات يلاحظ أن ذرات المادة تنشر
من الخارج إلى الداخل أو العكس خلال النشاء شبه المنفذ حتى يتساوى الضغطان
الخارجي والداخلي في قوة تركيزهما

هذه الخاصة تنطبق على محلول الملح لأن ذراته قابلة للانتشار من الخارج
إلى الداخل حتى يتساوى قوة تركيزه وأما ذرات السكر الكبيرة فلا تنتشر إلى
الخارج بل تضغط على جدار المثانة التي تغطي فوهة القمع المقفل من الطرف
الثاني وتسبب انتفاخها وتصلبها في الأنبوبة المغلفة أما القمع المفتوح من
الطرف الثاني فإن المحلول يرتفع في

أنبوتيه شكل ٩٧

وهذا ما يحدث للخلية النباتية المشتملة
على مادة البروتوبلازم التي تشبه النشاء
شبه المنفذ والمشملة على فجوات ممتلئة
بالعصير الخلوي الذي يشبه السائل
الانتشاري داخل القمع والمشملة على
الجدار الخلوي الذي يتحمل الضغط
الاسموزي الداخلي الحادث من العصير
الخلوي وهو يشبه جدار أنبوتيه القمع



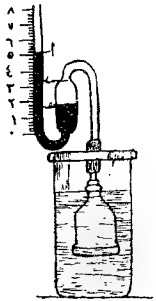
شكل ٩٧

يبين الضغط الاسموزي

وهاك تجربة أخرى لاثبات ان الاغشية تنفذ بعض المحاميل دون الأخرى
احضر محلول ملح الطعام ومحلول نشا قوة تركيزهما واحدة ثم ضعهما معا في
مثانة ثم اربطها وضعها بما فيها في كوب به ماء مقطر فانه بعد مدة يلاحظ ان المثانة
انتفخت وتصلبت ولو اختبرت ماء الكوب لوجدته محتويا على ملح وليس به نشا
وهذا يثبت ان ذرات الملح نفذت من النشاء شبه المنفذ حتى يتعادل المحلولان
خارج المثانة وداخلها وأما ذرات النشا فلا تمر بل تضغط على جدار المثانة من
الداخل وتسبب انتفاخها وتصلبها .

قياس الضغط الاسموزي Measurement of osmotic Pressure

غط فوهة قمع زجاجي بنشاء رقيق شبه منفذ مثل المثانة واربطها ربطا محكما
ثم سد طرفه الآخر بسداد من الفلين تنفذ منه أنبوتيه مائوية مفتوحة الطرفين كما
في شكل ٩٨ ثم صب محلول السكر إلى مسافة في القمع قبل تثبيت الأنبوتيه المائوية
فيه ثم علم نهاية المحلول بورقة مصمغة



شكل ٩٨

لقياس الضغط الاسموزي

اغمس فوهة القمع في دورق كبير ممتلئ بالماء
المقطر ثم صب في الأنبوتيه المائوية زيتا إلى أن يصبح
في مستوى واحد في كلا طرفيها ثم اترك التجربة
مدة ترى أنها يعلو الزيت في الطرف المفتوح شيئا
فشيئا إلى أن يأتي وقت يقف فيه الزيت عن الارتفاع
البتة وقياس المسافة بين سطحي الزيت في الشعبتين
يمكن معرفة مقدار الضغط الاسموزي

يتوقف الضغط الاسموزي على ما يأتي

١ - قوة تركيز المحلول Concentration of solution

إن محاليل سكر القصب ذات النسبة ١٪ و ٢٤٪ و ٤٤٪ تعطى ضغوطا
بالترتيب قدرها ٥٣ سم و ٦٠ سم و ١٠١ سم و ٢٤ سم و ٢٠٨ سم من الزيت

٢ — درجة الحرارة Temperature

الضغط الأسموزي يتناسب تناسباً طردياً مع درجة الحرارة فمحلول السكر الذي قوته ١١٪ في درجة ٦٨° س يعطي ضغطاً قدره ٥٥.٠ سم زئبقاً وفي درجة ١٣٧° س يعطي ضغطاً قدره ٥٢.٥ سم زئبقاً وفي درجة ٢٢° س يعطي ضغطاً قدره ٥٦.٧ سم زئبقاً وهكذا

٣ — يتوقف على نوع المادة المذابة Kind of soluble substance

محاليل مختلفة قوة تركيزها تساوي ٦٪ وهي :

- (١) الصمغ (٢) والجلاتين (٣) وسكر القصب (٤) وأزوتات البوتاسيوم تعطي ضغوطاً مختلفة على الترتيب
- (١) يعطي ٢٥.٩ سم و (٢) يعطي ٢٣.٨ سم و (٣) يعطي ٢٨.٧ سم و (٤) تعطي ٧٠.٠ سم زئبقاً
- نمابق نلاحظ أن الأول والثاني طبيعتهما غروية ويعطيان ضغطاً قليلاً جداً بالنسبة (٣) و (٤) وهما مادتان قابلتان للتبلور

٤ — نوع الغشاء Kind of membrane

تتوقف أيضاً قوة الضغط الانتشاري على نوع الأغشية المستعملة في التجربة والجدول الآتي يبين ذلك .

أنواع الأغشية

مادة قوة تركيزها ٠.٣٪	سبور الحديد النحاسي	ورقة بارشمنت	ماتة الحيوان
Animal bladder	Copper Ferrocyanide	Parchment paper	
ارتفاع الذئبق	ارتفاع الذئبق	ارتفاع الذئبق	
الصمغ العربي	٢٥.٩ سم	١٧.٧ سم	١٤.٢ سم
الجلاتين	٢٣.٨ سم	٢١.٣ سم	١٥.٤ سم
سكر القصب	٢٨.٧ سم	٢٩ سم	١٤.٥ سم
أزوتات البوتاسيوم	٧٠.٠ سم	٢٠.٤ سم	٨.٩ سم

وقد يبلغ الضغط الموجود داخل الخلايا الصغيرة السن المتفتحة في العادة خمسة أجواء أو عشرة فيدفعُ بروتوبلازمها حتى يتصل بجدارها وهنا وفي هذا الوقت يتمدد الجدار حتى تتساوى قوة الضغط خارجه مع قوة التمدد في الداخل

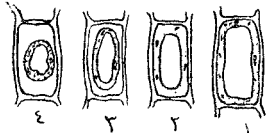
Internal Elastic Recoil

وقد يكون الضغط المحدث في خلايا الثمار المشتملة على مقادير عظيمة من المواد الانتشارية في العصارة الخلوية كافياً لتمزق الجدر الخلوية فبذلك يحدث التشقق المشاهد في بعض الثمار مثل البلح والنعاب

وقوة الانتشار خلال الجدر الخلوية للنبات يخالف الانتشار خلال الأعشبة شبه المغنفة إذ في كثير من الأحوال لا تسمح الجدر الخلوية النباتية بمرور المواد السكرية وغيرها من المواد القابلة للذوبان في الماء إلى خارج الخلايا ولذلك يلاحظ أن جذور البنجر وغيرها من النباتات التي تنمو في الأراضي الرطبة تكون محتفظة بمركباتها السكرية

البلمرة Plasmolysis

إذا عملت قطعاً عرضياً في جذر البنجر مثلاً وغمسته في محلول الملح العددي بنسبة ٤٪ فإنه يلاحظ تسرب مقدار من ماء خلاياها خارجها وينقص الضغط الانتشاري ويصغر حجم الخلايا ويستمر خروج الماء من الخلية إلى الخارج هكذا مادام بروتوبلازمها حياً ومن ظواهر



شكل ٩٩ - بلمرة الخلية

(١) خلية قبل البلمرة (٢) انكماش الجدار الخلوي والبروتوبلازم (٣) انفصال البروتوبلازم من الجدار الخلوي (٤) انكسار البروتوبلازم في وسط الخلية

Plasmolysis شكل ٩٩

ويشاهد أن المسافة الناتجة بين الجدار الخلوى والبروتوبلازم المنكش ممتلئة بحلول نفذ من الخارج إلى الداخل خلال الجدار الخلوى دون البروتوبلازم فإذا وضع هذا القطاع ثانياً في ماء مقطر يلاحظ أن الخلايا تسترجع حالتها الأولى إذ يعود الماء فيدخل الفجوة ويكره البروتوبلازم على ملاصقة الجدار الخلوى وتعود الخلايا سيرتها الأولى الانتفاخية

أما إذا عملت قطاعاً عرضياً كالسابق في جذر البنجر ووضعت عليه كحولاً Alcohol أو أى مادة سامة مُميتة لبروتوبلازم النبات فإنه يلاحظ انكماش البروتوبلازم وخروج المادة الملونة من الخلية وإذا وضع القطاع ثانياً في ماء مقطر لا يرجع إلى حالته الأولى كما سبق بل يبقى منكشاً ذابلاً مما يدل على أن هذه الحالة هي حالة موت البروتوبلازم وليست بمرته

وما سبق يمكن تعريفه بالزئمة بأنها فقدان في ماء الخلية وانكماش في بروتوبلازمها مع بقاءه حياً ويمكن أن يستعير النبات حيوته الأولى إذا وضع ثانياً في ماء مقطر

انتخاب المحاليل الأرضية Selective soil solution

قد تنمو نباتات مختلفة في بقعة واحدة من الأرض ومع كل ذلك فإن كل منها يمتص أغذيته بنسب مختلفة عن الآخر . لأن كل نبات له حاجة مخصوصة من الأملاح الأرضية فقد عرف من تحليل رماد النباتات النجالية مثل القمح والشعير والذرة وغيرها أن به كثيراً من السليكا . وأما رماد بعض النباتات مثل البطاطس والبنجر والفول يشتمل على مقدار من الأزوت والجير والبوتاسيوم أكثر مما في النباتات النجالية . وهذا هو السبب الذى يدعو المزارعين لتسميد محاصيلهم بأسمدة عناصرها مختلفة .

٢ - صعود العصارة والطريق التى تسلكها

Course of Absorbed solutions

الشعيرات الجذرية تمتص المحاليل الأرضية بتأثير الضغط الاسموزى وتنقل منها إلى خلايا القشرة بهذا التأثير أيضاً حتى تصبغ الخلايا البارنشيمية للقشرة متصبغة جميعها ثم ينقل الماء منها إلى بارنشيمية الخشب فتتفتح بدورها وتوتر

جدرها إلى درجة أن عصيرها الخلوى يضطر لأن يدخل في القصبات والقصبيات بالضغط المائى لأنها خلايا ميتة خالية من مادة البروتوبلازم الذى ينظم دخول الماء في الخلايا الحية وبعد ذلك تمر العصارة في خشب الجذر إلى خشب الساق والأوراق . اغس ساق فول في جبر أحر واتركه مدة ثم اعمل فيه قطاعات عرضية رقيقة واختبر قطاعاً منها تحت الميكروسكوب تلاحظ وجود الجبر الأحر في أوعية الخشب فقط .

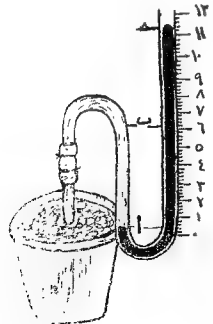
ولو أجريت الفحص السابق على ورقة منغمس عقها في جبر أحر وعملت قطاعاً عرضياً في نصلها تلاحظ أن الجبر الأحر لا يمر إلا في أوعية الخشب فهاتان التجربتان البسيطتان تثبتان أن العصارة تصعد إلى السوق والأوراق في عناصر الخشب فقط .

ويساعد على رفع العصارة أمور كثيرة منها :

أولاً : الضغط الجذرى Root Pressure

عرفت فيما سبق أن الماء الأرضى يمر من الشعيرات الجذرية إلى خلايا القشرة وهذه يحصل لها انكماش وتوتر متتابعين يضطران العصارة لأن تنفذ إلى عناصر الخشب حتى ترتفع إلى أعلى وهذا ما يسمى بالضغط الجذرى Root Pressure

والضغط الجذرى يظهر جلياً في الربيع حيث ينشط النبات ويمتص ماء التربة فلو قطعنا ساق عنب مثلاً فيلاحظ أن ماء يخرج من القطع بكثرة وهذا ما يسمى بالامام Bleeding . ويمكن قياس الضغط الجذرى بأن يؤق نبات مزروع في أصيص ثم يقطع بالقرب من سطح التربة وتركب عليه أنبوبة ملتوية كما في الشكل ١٠ . ثم يصب زيت في الأنبوبة ويعلم سطحه ويترك لمدة في نهايتها يرى أن الزيت قد ارتفع في الشعبة المعرضة للهوى فالفرق بين سطحى الزيت في الشعتين يكون هو الضغط الجذرى



شكل ١٠٠ - جهاز لقياس الضغط الجذرى

ولو أن الضغط الجذرى مهم في رفع العصارة إلا أنه لا يساعد على رفعها إلى قم الأشجار العالية حيث أنه في العادة لا تزيد قوته عن جوين والضغط الجذرى يختلف في النبات الواحد وهو ضعيف جداً في الأشجار العالية مثل الصنوبر والسرو والكاكوزينا .

ويتوقف الضغط الجذرى على أمور منها :

١ - كمية المادة الممتصة بالشعيرات الجذرية

٢ - درجة الحرارة الجوية والأرضية

ثانياً : الخاصية الشعرية Capillarity

ترتفع السوائل في الأنابيب الشعرية كما ترتفع في الفتيل ضد الجاذبية الأرضية . ولذا دقت الأنبوبة وصغر قطرها ارتفع الماء فيها لمسافة أكثر وهذا ما دعا البعض إلى الاعتقاد بأن الخاصية الشعرية لها الفضل في رفع العصارة في أوعية وقصب الخشب مع أنه قد وجد أن ارتفاع الماء بهذه الخاصية الشعرية لا يتجاوز عدداً قليل من المليمترات

وعلى ذلك لا يمكن أن يعزى ارتفاع العصارة في الشجيرات والأشجار إلى هذه الخاصية وحدها

ثالثاً : التثح Transpiration

التثح من أهم أسباب صعود العصارة وسيشرح عمله فيما بعد

٣ - التثح Transpiration

لو أنبأ بأنبوبة اختبار ووضعنا فيها ورقة معنقة لنبات مزروع في أصيص ثم سدنا فوهتها سدا محكماً حول العنق بقطن مندوف فأتينا نلاحظ بعد مدة وجود قطرات من الماء على جدر الأنبوبة الداخلية لا تلبث طويلاً حتى تتجمع في قاع الأنبوبة . وخروج الماء من الأوراق بهذه الكيفية على شكل بخار يسمى بالتثح Transpiration

من الجذر إلى الأوراق بتأثير عوامل كثيرة منها التثح يسمى بالتيار التثحي

Transpiration Current

ومقدار الماء الذي يتبخر من النبات لا يستهان به فقد تنتج شجرة واحدة في اليوم العادى ما يقرب من ٥٠٠ لتر ماء من الماء . وإذا اشتدت قوة الرياح وجف الجو ، وارتفعت درجة الحرارة كان التثح من النباتات أكثر مما سبق وقد يعزى تلطيف الجو وسقوط الأمطار في المناطق الاستوائية إلى كثرة الغابات ذات الأشجار الضخمة

قياس التثح Measurement of Transpiration

ويمكن قياس التثح بالحجم أو بالوزن

(١) بالحجم : أقطع فرع نبات بعد غمره في الماء حتى تمتنع تسرب الهواء داخل أنسجته وغط الساق بفازلين لتتحقق أن الماء المتبخر جميعه من الاوراق . احضر مانومتر كما في الشكل ١٠١ مكوناً من دورق زجاجى مسدود سدا محكماً بسداد فلينى مغطى بشمع لمنع التبخر منه ذى ثلاث فتحات إحداها ينفذ منها النبات والثانية تنفذ منها أنبوبة ضيقة ملتوية معروف قطرها وطرفها الآخر يغمس في كوب به ماء والثالثة ينفذ منها قمع ذو أنبوبة طويلة - صب ماء من القمع لتكمل ماء الدورق وبعد أن يرتفع الماء في القمع أقتل الصنوبر ثم ضع الجهاز في الغرفة قبل أن تبدأ بالتجربة بنصف ساعة حتى يأخذ الجهاز درجة حرارة الغرفة جعل النبات يمتص فقاعة هواء من طرف الانبوبة الملتوية واجعلها تصل نقطة (ب) ثم عين الوقت ثم اترك النبات ينتج فتجد بعد مدة أن فقاعة الهواء تصل نقطة (١)

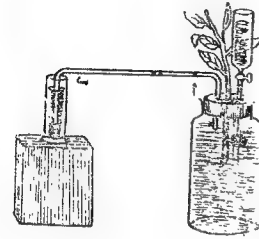
ثم افتح صنوبر القمع فترى الدورق يسترجع ما فقده من الماء الذى تبخر من النبات والفقاعة رجعت إلى مكانها الاصلى (ب) وبتكرار هذه العملية عدة مرات وأخذ متوسط التثح مع حساب الوقت من مبدأ ظهور الفقاعة عند (ب) لى أن تصل (١) يمكن معرفة مقدار التثح في الزمن .

وبقياس سطوح الاوراق التى يحملها النبات وضرب الناتج في اثنين إذا كانت

الورقة ذات ثغور على سطحها، تحصل على مساحة السطح الناتج بالديسمترات المربعة وبقسمة مقدار التث في الساعة على هذه المساحة ينتج مقدار ما ينتجه النبات في الساعة من الديسمتر المربع .

(٢) بالوزن : خذ نباتات مزروعة

في أصيص من الألومونيوم ثم غط سطح الأصيص حولها بشمع لمنع تبخر الماء من تربة الأصيص ثم ادهن سوقها بفراين لتأكد أن تبخر الماء من الأوراق فقط



شكل ١٠١
جهاز لقياس التث

(١) زن الأصيص بما فيه من نباتات وتربة في الصباح المبكر أى حوالى الساعة السابعة صباحا

(٢) ضع الأصيص معرضاً للضوء والهواء لمدة ساعتين

(٣) بعد ذلك زن هذا الأصيص ثانيا تجد أنه نقص في الوزن عن الحالة الأولى

(٤) ارجع هذا الأصيص في مكانه الأول وبعد ساعتين زنه تجد أنه نقص في الوزن عن ذى قبل

وبتكرار هذه العملية إلى الساعة السابعة مساء ترى أن النبات نقص عن وزنه الحقيقي في الصباح وأن النقص كان بمقدار عظيم وقت الظهيرة أى وقت اشتداد حرارة الشمس

قس مساحة أوراق النباتات المستعملة بالبلانتر ثم اضرب الناتج في اثنين إذا كانت الأوراق ذات ثغور على سطحها، واقم مقدار ما فقد من الماء على اثنتي عشرة ساعة ينتج ما يفقده النبات من جميع أوراقه في الساعة وبقسمة ما فقدته في الساعة على مساحة الأوراق ينتج مائته الديسمتر المربع في الساعة من الجرامات

والعوامل التي تؤثر في عملية التث قلة وكثرة إما أن تكون خارجية أو داخلية .
فن العوامل الخارجية :

(١) مقدار الرطوبة في الجو Dampness of air

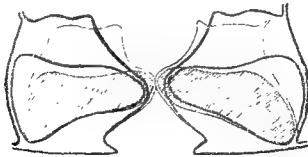
الجو الجاف مدعاة إلى التبخر من الأسطح المعرضة للهواء والنباتات ذات الأوراق المنبسطة يؤثر فيها الجو الجاف فتبخر منها المياه حتى في درجات الحرارة المنخفضة فإذا كان الجو ملبداً بالغيوم كاد التث يمتنع من النبات

(٢) درجة الحرارة Temperature

درجة الحرارة المرتفعة عامل من العوامل التي تساعد على زيادة التث فضلاً عن أنها تزيد قوة الامتصاص بالجذور وهذا يدعو النبات أن يبخر الماء الزائد عن حاجته وأما في الشتاء فتقل درجة حرارة التربة تبعاً لبرودة الجو فيقف صعود العصارة في أنسجة بعض الأشجار كاللبن والتين والرمان والخوخ والحوار فتسقط الأوراق ويقل بل ينعدم تبخر الماء من النباتات وفي الربيع عندما يعتدل الجو ينشط النبات وتعود العصارة في أوعية الخشب وتنمو الأوراق ويبدأ التث ثانياً .

(٣) الضوء Light

عامل مهم من عوامل التث الكربوني ولذلك يلاحظ أن الثغور تفتح في النهار لأن الخليتين الحارستين تنفخان وتتصلبان وتستدير جذرهما تبعاً لذلك فتبتعد كل منهما عن الأخرى شكل ١٠٢ . ويمكن تفسير افتتاح الثغور بما يأتي :



شكل ١٠٢ . لاحظ الثغر في حالة افتتاحه وانغلاقه .

الخلايا الحارسة وإن كانت من خلايا البشرة إلا أنها تشتمل على مادة الكلوروفيل وهو عامل مهم في التث الكربوني الذي تتكون منه الكربوهيدرات والمواد العضوية الأخرى فتزيد تركيز العصير الخلوي فيها وتسرّب إليها محاليل

الخلايا المجاورة مارة بجدرانها الخالية (نظرية الضغط الأسبوزى) فتنتفخ الخلايا الحارسة وتتصلب وتستدير جدرانها تقريبا فتبعد بعضها عن بعض ويفتح الثغور فتنتح الأوراق

وأما في الليل والظلام دامس فتقف عملية التنبيل وتحول المواد الكربوهيدراتية في الخلايا الحارسة إلى مواد قابلة للذوبان كما أن بخار الماء الذى كان موجودا في المسافات البينية خرج عن طريق الثغور في أثناء النهار فيحل محله ماء جديد من الخلايا المحيطة بالمسافات البينية فيزداد تركيز العصارة في هذه الخلايا فتمتص الماء من الخلايا المجاورة ، وهذه مما جاورها ، وهكذا حتى تصل إلى خلايا البشرة التى تمتص بدورها الماء من الخلايا الحارسة فتتكشف وترتخى وتقرب جدرانها بعضها من بعض فتقف الفتحة ويقف بذلك النتح من النبات .

(٤) حركة الهواء Current of air

لو وضعت منديلا ممبلا بالماء في تيار هواء ما لبث طويلا حتى يجف ويتبخر جميع ما به من الماء وكذلك الحال مع النباتات في يوم شديد الرياح إذ نلاحظ عليها الذبول والضعف الناتج من زيادة النتح على الامتصاص من التربة بدرجة ربما تودى بها

(٥) الماء الأرضى وقوة تركيزه Soil Water and its concentration

كما سبق يعرف أن النبات يمتص مائه من الأرض بالجذور ويفقده بالنتح من الأوراق فإذا نقص الماء الأرضى لسبب من الأسباب ينقص النتح تبعاله وقد وجد أن أملاح البوتاسيوم والصوديوم والنشادر وقليل من القلويات تزيد قوة النتح وأما الأحماض فقليلة

العوامل الداخلية

١ - مساحة السطح المعرض للهواء The area of exposed surface

كلنا نعرف أن الماء يتبخر من السطوح الواسعة أكثر من السطوح الضيقة وعلى هذه الطريقة يحدث النتح في نباتات الحقل ذات الأوراق العادية أكثر من النباتات الصحراوية ذات الأوراق المختزلة والأعضاء المتحورة إلى أشواك

٢ - عدد الثغور Number of stomata

في الساق الحديثة الشعية والأوراق ثغور ليست بدرجة واحدة ولذلك يلاحظ أن النتح يحدث في الأوراق أكثر من حدوثه في السوق وكذلك في سطوح الأوراق السفلية أكثر من سطوحها العلوية بالنسبة لزيادة الثغور في السطح السفلى عن العلوى وقد ينعدم النتح في السطح العلوى للأوراق إذا كان عديم الثغور .

والنباتات الصحراوية عدد ثغور أوراقها أقل منه في أوراق نباتات الحقل ولذلك يكون النتح من الثانية أكثر منه في الأولى

٣ - الكيتين Cutin

الكيتين الذى يغطى جدار البشرة الخارجى في النبات من الوسائل التى تقلل بل تعوق النتح .

فقد يحصل النتح من خلايا البشرة جميعها في أجزاء النبات الطرفية الحديثة السن ويمتنع في الأجزاء الكبيرة السن من النبات نفسه لأن بشرتها تكون مغطاة بطبقة الكيتين وزيادة على ذلك يحدث للأجزاء تغليظ ثانوى وتتكون خلايا الفلين المسورة ، Suberised غير المنفذة للماء

٤ - موضع الثغور في البشرة Position of stomata in Epidermis

الثغور في النباتات الصحراوية غائرة في خلايا البشرة مثل الزيجوفلم Zygophyllum وقد تشتمل الأوراق على فجوات ضيقة على جانبيها الثغور المغطاة بشعيرات مثل الكازورينا Casuarina أو تشتمل على تجويف كبير في النصل توجد الثغور على جوانبه مغطاة بشعيرات أيضا مثل ورقة الدفلة Nerium أو تلتوى الورقة وتحفظ الثغور داخلها مغطاة بشعيرات كما في النجيليات مثل الكلامجروستس Calamagrostis كل هذه الأحوال السابقة تبعد الثغور المشبعة بالماء عن التيارات الهوائية والضوء والحرارة فيقل تبخير الماء منها

أهمية النتح للنبات :

١ - يساعد في صعود العصارة من الجذر إلى الأوراق حيث تجهز هناك

وتتكون منها المواد العضوية التي يستعملها النبات غذاء له وما يبقى بعد ذلك يخزن في أجزائه المختلفة .

٣ - بلطف وينظم درجة حرارة الأنسجة الداخلية لأن تبخر الماء من الأوراق بسبب انخفاض درجة حرارة الأنسجة الداخلية وهو فوق ذلك مدعاة لامتصاص الماء الأرضي الذي يمر في أنسجة النبات فيلطف درجة حرارتها .

٤ - التمثيل الكربوني Carbon Assimilation

يدخل ثاني أكسيد الكربون في النباتات العادية من الثغور ويصل إلى أنسجة الورقة منتشرا في المسافات البينية ثم يدخل الخلايا البارنسيمية المشتعلة على المادة الخضراء ذاتها في الماء الموجود على جدر الخلايا ويحت تأثير المادة الخضراء والحرارة والماء والضوء تتكون المواد الكربوهيدراتية من الكربون وهذه العملية هي التمثيل الضوئي .

امتصاص واستعمال ثاني أكسيد الكربون في عملية التمثيل

تمر على ثاني أكسيد الكربون الجوي ستة أطوار من مبدأ دخوله إلى أن يتحول إلى كربوهيدرات

١ - تيار الهواء Current of air

يجب أن يكون النبات في تيار هواء يتجدد من وقت لآخر وقد وجد أن التيار المناسب لنمو النبات هو ما كانت سرعته تسعة أقدام في الساعة على الأقل

٢ - تسرب الغاز خلال الثغور Diffusion of gas through stomata

يدخل الهواء الجوي من الثغور إلى المسافات البينية في النسيج الاسفنجي ولأجل أن نتأكد أن دخول الهواء حصل من الثغور يجب أن نتخب عددًا من الأوراق نثورها في البشرة السفلى فقط ثم ندهن البشرة السفلى لبعضها وندهن البشرة العليا لبعضها الآخر بنفس المادة وبعد مدة نختبر النشا في الأوراق جميعها فنجد أن النشا تكون في الأوراق الثانية وليس له أثر في الأوراق الأولى

مع أن الظروف واحدة في الجميع وهذا يثبت أن الهواء الجوي يدخل إلى الأنسجة النباتية خلال الثغور

٣ - انتشار الغاز في النسيج الميزوفيل Free gaseous diffusion through mesophyll

من المعروف أن المسافات البينية في النسيج الاسفنجي للورقة أكثر منها بين الخلايا العمادية فيكون الهواء المختزن في الأولى أكثر من الهواء في الثانية وعلى حسب نظرية انتشار الضغط الاسموزي يمر الهواء من المسافات البينية في النسيج الاسفنجي إلى المسافات البينية في النسيج العمادي والنقص الذي يحدث في الغاز الموجود في المسافات التي بين خلايا النسيج الاسفنجي يرجع لها من الهواء الجوي ثانياً وهكذا يحصل التيار داخل أنسجة الورقة

٤ - ذوبان الغاز Solution of gas

والغاز الذي يدخل من الثغور عند ما يصل إلى النسيج العمادي الذي يحتوي على كثير من الكلوروبلاست يذوب في الماء الموجود في الجدر الخلوية

٥ - انتشار الغاز المذاب Diffusim of dissolved gas

ينتشر ثاني أكسيد الكربون في الهواء أكثر من انتشاره في الماء بمقدار ٨٦٠ مرة وتبلغ درجة غرؤية البروتوبلازم بالنسبة للماء بنحو ٢٠ - ٤٠ مرة ولذلك ثاني أكسيد الكربون الجوي وهو على حالة غاز يحتاج إلى ضغط شديد ليدخل الخلايا العمادية وإذا لا بد أن يذوب في الماء أولاً، ثم يدخل الخلايا العمادية بنظرية الضغط الاسموزي

٦ - التغيرات الكيميائية Chemical changes

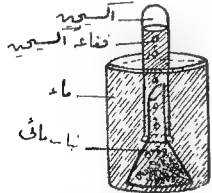
وعند دخول ثاني أكسيد الكربون في الخلايا العمادية حيث تتوفر الشروط من ضوء مناسب وحرارة مناسبة ومادة خضراء تحدث عملية التمثيل ويتكون أول مركب كربوهيدراتي

وأول تركيب كربوهيدراتي يحتمل أن يكون هو الفورملدهيد Formaldehyde لأنه يطابق المعادلة الناتجة من اتحاد الماء وثاني أكسيد الكربون مباشرة مع

من ثاني أكسيد الكربون في الساعة من السنتيمتر المربع وهذا المقدار لا يستهان به لأنه لو تركت النباتات تمتص ثاني أكسيد الكربون الجوى لوجد بعد مدة أن الجو يخلو من الكربون ولكن تنفس الكائنات الحية من حيوان ونبات وتحليل أجسامها الميتة، وكذلك الغازات المتصاعدة من المعامل الصناعية الناتجة من احتراق الفحم والخشب والغازات التي تخرج من البراكين كل ذلك ينتج ثاني أكسيد الكربون الذي يعوض ما تمتصه النباتات منه ولذلك تبقى نسبته محفوظة في الجو

وثاني أكسيد الكربون موجود في الجو بنسبة ٠.٣٪ إلى ٠.٤٪ وأما في الماء فيوجد بنسبة أقل من ذلك ومع هذا فإن النباتات المائية مثل البوتاموجيتن والالوديا والطحالب الخضراء تعتمد على كربون الماء في عملية التمثيل وما سبق يعرف أن النبات العادي يمتص الهواء المشتمل على ثاني أكسيد الكربون ويأخذ منه الكربون لاجراء عملية التمثيل ويطبق الأكسيجين في الهواء ثانياً، ولأثبت أن الأكسيجين ناتج من عملية التمثيل نجري التجربة الآتية:

يؤخذ كوب مملوء ماء ثم ينكس فيه قمع يحفظ نباتاً مائياً في فوهته ثم تملأ أنبوبة اختبار ماء أيضاً ثم تنكس على طرف القمع كما في شكل ١٠٣ بكل عناية حتى لا تنسكب منها أية قطرة من الماء ثم يعرض الجهاز للضوء فترى بعد قليل خروج فقاعات غازية لا تلبث طويلاً أن تملأ طرف الأنبوبة دافعة الماء إلى أسفل



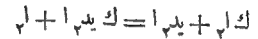
شكل ١٠٣ - جهاز يبين عملية التمثيل (أخذ ثاني أكسيد الكربون وطرده الأكسيجين)

أرفع أنبوبة الاختبار بعناية أيضاً حتى لا يتسرب إليها أي غاز من الخارج واختبر الغاز الموجود داخلها بعود ثقاب محترق تر عليه يزيد توهجها وهذا يثبت أن الغاز الذي في الأنبوبة هو الأكسيجين

ولو أجريت التجربة السابقة في غرفة مظلمة لا ترى صعود فقاعات الغاز السابقة وهذا دليل على أن الضوء ضروري للتمثيل.

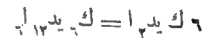
وكذلك لو أغليت ماء الكوب في التجربة السابقة أيضاً لطرد ثاني أكسيد

أنتالنا نجد دليلاً على وجوده في الأوراق الخضراء ولذلك يقال أنه يتحول إلى سكر آخر بمجرد تكونه.



ثاني أكسيد الكربون + ماء = فورملدهيد + أكسيجين

والفورملدهيد يتحول بدوره إلى سكر العنب أي أن ستة أجزاء منه تكون سكر عنب هو الموجود في الفواكه ولذلك يحتمل أنه أول سكر يتكون نتيجة عملية التمثيل.



والأبحاث الحديثة تشير إلى أن بعض النباتات يتكون فيها سكر القصب ك١٣ يد ١١ كأول مركب كربوإيدراتي

وبعض السكر المتكون في الورقة يتحول إلى نشا ويخزن في الكلوروبلاستيدات وما يبقى بعد ذلك ينتقل من خلية إلى أخرى ليستعمله النبات في بناء جسمه ويخزن الزائد عن الحاجة في أنسجته المختلفة إلى وقت اللزوم.

وكان المعتقد قديماً أن النشا هو أول كربوإيدرات تتكون من التمثيل الكربوني ولكن هذا الاعتقاد ثبت خطؤه لأن بعض النباتات الراقية مثل نبات البصل لا يوجد به نشا مطلقاً والكربوإيدرات تخزن فيه في حالة سكر. وكذلك بعض النباتات الدنيئة كطحلب الفوشيريا Vaucheria الذي نرى في خلية حبيبات الزيت بدلاً من النشا كنتيجة للتمثيل

ولأثبت أن النشا يخزن في الأوراق التي تجري فيها عملية التمثيل نأخذ أوراق بادرة ونغليها في الماء لقتل البروتوبلازم وبعد ذلك نضعها في كحول فنجد أن الأوراق تفقد لونها الأخضر شيئاً فشيئاً إلى أن تصبح بيضاء تماماً ونرى الكحول يخضر لونه ثم نخبر الأوراق البيضاء بعدئذ يود فنجد أنها تتلون باللون الأزرق وذلك دليل على وجود النشا فيها

وقد وجد بالبحث أن نبات عباد الشمس المعرض للهواء يمتص ٤١١ سم ٣

الكربون وعرضت الجهاز جميعه للضوء لرأيت أن فقائع الغاز لاتصعد أيضا وفي هذا دليل على أن ثاني أكسيد الكربون عامل مهم في عملية التمثيل .

ومما سبق يلاحظ أن عملية التمثيل تجري في النباتات تحت تأثير عدة عوامل هي :

١ - وجود ثاني أكسيد الكربون في الجو المحيط بالنبات

٢ - وجود الماء في أنسجة النباتات التي تحصل فيها عملية التمثيل

٣ - وجود كلوروفيل

٤ - وجود الضوء

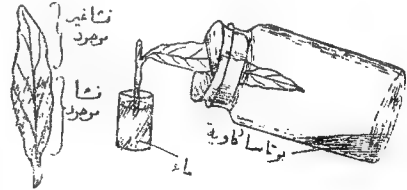
٥ - وجود الحرارة المناسبة

٦ - حياة النبات أى أنه يشتمل على مادة البروتوبلازم

١ - الكربون Carbon

الكربون ضرورى للتمثيل ولايات ذلك نجري التجربة الآتية :

خذ دورقا زجاجيا كاليمين بشكل ١٠٤ مقلدا إقتالا محكما بسداد من الفلين به فتحتان الأولى معدة لدخول الهواء والثانية تنفذ منها ورقة نبات سبق أن حفظ في غرفة مظلمة يومين منغمسا جزؤه الأسفل في كوب ممتلئ بالماء فلو اختبرته باليود لوجدت أنه خال من النشا .



شكل ١٠٤ - يظهر أن ثاني أكسيد الكربون ضرورى لعملية التمثيل

صب من الفتحة المعدة للهوية بوتاسا كاوية لامتصاص ثاني أكسيد الكربون الذى يدخل مع الهواء .

عرض الجهاز للضوء مدة ست ساعات ثم أخرج الورقة بعد ذلك من الدورق واختبر أجزائها باليود تر أن جزء الورقة الذى كان محفوظا بالدورق لا يزرق

لونه ، دلالة على عدم وجود النشا وأما جزء الورقة المعرض للهواء فيزرق لونه بتأثير اليود عليه وفي هذا دلالة على أن به نشا

٢ - الماء Water

الما ضرورى أيضا لعملية التمثيل إذ يدخل عصراه الايدروجين والأكسجين في تكوين الكربوهيدرات والمواد العضوية الأخرى

٣ - الكلوروفيل Chlorophyll

مادة النبات الخضراء متراكبة من الكربون والأكسجين والايديروجين والأزوت والمغنسيوم وهى عبارة عن خليط من مواد مختلفة منها الكلوروفيل ذو اللون الأزرق الخضضر (ك.ه. يد. ١٠٤، ١٠٥) والكلوروفيل ذو اللون الأصفر الخضضر (ك.ه. يد. ١٠٦، ١٠٧) مع زيادة على ذلك في البلاستيدة الخضراء مادة الكلوتين Carotin (ك.ه. يد. ١٠٨) ذات اللون البرتقالى ومادة الزنثوفيل Xanthophyll الصفراء اللون (ك.ه. يد. ١٠٩)

ومادة الكلوروفيل تنشأ في الخلايا ويكثر عددها تحت تأثير عنصر الحديد مع أنه لا يوجد في تركيبها وتأثير الضوء لا نأ إذا أخذنا أجزاء خضراء من النبات وحفظناها في الظلام مدة طويلة فإن مادتها الخضراء تختفي وهذا ما يحصل في السوق الأرضية البعيدة عن الضوء ، وكذلك في البرور . فاذا عرضت هذه الاعضاء الخالية من الكلوروفيل إلى الضوء ثانيا فسرعان ما يخضر لونها

يمتص الكلوروفيل الموجود في البلاستيدات مجهود أشعة الشمس ليقوم بعملية التمثيل تحت شروط أخرى

المادة الخضراء في النبات ضرورية لاجراء التمثيل فالبتلات الزهرية لا يحدث فيها التمثيل لخلوها من الكلوروفيل ، وكذلك الأوراق المبقة لا يتحتوى ما فيها من البقع على مادة الكلوروفيل ولو أختبرت باليود لا يرى فيها نشا أما الأجزاء الخضراء من الورق فلو أختبرت باليود لوجد فيها نشا

ويمكن البرهنة على ضرورة الكلوروفيل في عملية التمثيل بأن نقول إن العروق

التي تمر في أنصال الأوراق خالية من هذه المادة الخضراء ولو اختبرت باليود كما مر لا يزرق لونها دليلاً على أن التمثيل الكربوني لا يحدث في هذه العروق وأوراق بعض أصناف البنجر وعرف الديك والا كاليفا وغيرها يغلب عصيرها الخلو الملون على مادة الكلوروفيل الموجود فيها فتلون بألوان مختلفة كالاحمر والاصفر والبي ولكن هذه الأوراق تقوم بعملية التمثيل كالمعتاد

٤ - الضوء Light

الضوء ضروري للتمثيل الكربوني فلو اختبرنا أوراق نبات عادي أثناء النهار نلاحظ وجود النشا بها وهذا ناتج غير مباشر للتمثيل لو اختبرت أوراقاً أخرى لنفس النبات في الصباح المبكر (قبل بزوغ الشمس) لوجدت أنها خلو من النشا فهذا يدل على أن الكلوروفيل لا يعمل تمثيل في الظلام في جو من ثاني أكسيد الكربون

وإذا مرر الطيف الضوئي في محلول الكلوروفيل يلاحظ أن بعض الأشعة تمتص أكثر من غيرها ويستعملها النبات في عملية التمثيل وهي الأشعة الحمراء والصفراء والبرتقالية أما الأشعة الخضراء فأثرها قليل

وزيادة على ما مر يمكن اثبات أهمية الضوء في التمثيل بأن نغطي جزءاً من ورقة في الصباح المبكر (قبل طلوع الشمس) عدد ما تكون الأوراق خالية من النشا بورقة قصير ثم نترك في ضوء الشمس وبعد مدة تقرب من ست ساعات نختبر النشا في أجزاء الورقة المختلفة فنجد أن جزءها المغطى بالقصدير خال من النشا والأجزاء المعرضة للضوء موجود فيها نشا

٥ - الحرارة المناسبة Suitable Temperature

الحرارة المناسبة ضرورية لعملية التمثيل كضرورتها لغيرها من التفاعلات الكيميائية أي أن التفاعل يتضاعف كلما زادت درجة الحرارة إلا أن تأثير الحرارة الشديدة يضر النبات لأنها تتلف بروتوبلازم الخلية - ويتناسب التمثيل مع درجة الحرارة تناسباً طردياً إلى أن تصل ٢٥ إلى ٣٠ ستجrad وبعدها يقل مقدار التمثيل

٦ - وجود البروتوبلازم Protoplasm

قد عملت عدة تجارب لجعل ثاني أكسيد الكربون يتحد مع الماء تحت تأثير محلول الكلوروفيل والضوء خارج الخلية ولكنها فشلت جميعها فهذا يثبت أن البروتوبلازم الحي في الخلية هو المنظم لهذه العملية

العوامل السامة التي توقف عملية التمثيل

قد تؤثر بعض العوامل في التمثيل إذا زادت عن حدها فمثلاً الكربون إذا كان في الهواء الجوي المحيط بالنبات بنسبة ٢٥ ر.٪ فيضر النبات وربما يولد له الاختناق والموت

والضوء الشديد أيضاً يوقف عملية التمثيل لأنه يفسد الكلوروفيل وشدة الحرارة تضرب البروتوبلازم الذي ينظم كل الأعمال الحيوية في النبات فيقل التمثيل تبعاً لهذا الضرر

تقدير التمثيل الكربوني

في هذه العملية يدخل ثاني أكسيد الكربون في النبات بقدر ما يخرج منه الأكسجين ويتكون السكر والنشا بقياس ثاني أكسيد الكربون أو الأكسجين أو المواد البضوية في الزمن المحدد يمكن معرفة سرعة عملية التمثيل في النبات

أولاً: تقدير التمثيل بالمواد العضوية

تتبع طريقة تكوين المواد العضوية في النبات لأنها أسهل الطرق وإليك العمل:

- (١) خذ نبات مزروع في أصيص ومعرض للضوء التام
- (٢) حدد مساحات متساوية على جانبي العرق الوسطي لعدد كبير من الأوراق
- (٣) انزع مساحات من الورق الموجودة على أحد جانبي العرق ثم جففها بسرعة في فرن مدة حتى يخرج جميع الماء ثم وزنها
- (٤) بعد مدة ولكن ست ساعات انزع مساحات الأوراق الأخرى الموجودة على الجانب الثاني من العرق الوسطي ثم جففها في الفرن بالطريقة عينها وزنها

تجدد أن وزن مساحات الأوراق في بند (٤) أكثر من وزن المساحات
المساوية لها في بند (٣) والفرق ناتج عن الكربوهيدرات المتكونة وبقسمة
الزيادة على المساحات المأخوذة في بند (٤) ينتج ما يمثله الديسمتر المربع في ستة
ساعات وبقسمة الناتج الأخير على ستة ينتج ما يمثله النبات في الساعة من
الديسمتر المربع

ثانياً: تقدير التمثيل الكربوني بثاني أكسيد الكربون

لو مررت تيار من الهواء معروف نسبة مابه من ثاني أكسيد الكربون على نبات تحت ناقوس مع تغطية قاعدة الناقوس بفزلين لمنع تسرب الهواء إليه إلا من التيار السابق ثم قدرت مقدار ثاني أكسيد الكربون الذي يمتص بالوتاسا الكاوية الموجودة تحت الناقوس مع النبات يكون هو ثاني أكسيد الكربون الذي استعما في التمثيل من مساحات الأوراق المعلومة في الوقت المعلوم

تقدير التمثيل الكربوني بالأوكسجين

كذلك الأكسيجين الذي ينطلق أثناء التجربة السابقة يمكن قياسه بعد مدة معينة وإيجاد مساحة النبات المستعمل بالديسمتر ثم قسمه الأكسيجين المنطلق على الوقت والمساحة ينتج مقدار الأكسيجين المنطلق في الساعة من الديسمتر المربع من النبات وقد وجد أن النبات العادي يمثل ك_ا الجوى بنسبة ١٦٥ مللجرام من الديسمتر المربع في الساعة أو ما مساحته ٨٠٣ سنتيمتر من ك_ا في الساعة من الديسمتر المربع للورقة ونبات عباد الشمس المزروع في جو نسيه ك_ا فيه ٠.٣ ر. ٠. يمكن أن يفيد الديسمتر المربع من أوراقه في عملية التمثيل كل ك_ا الموجود في عمود من الهواء ارتفاعه ٩ قدما في الساعة

وطريقة الوزن الجاف لنصف الورقة لها عيوب منها :

أولاً: يجب أن يترك وزن العروق إذ لا يحدث فيها تمثيل لخلوها من الكلوروفيل
ثانياً: أن الأوراق يحصل لها انكماش في الضوء الشديد بنسبة ٤ ٪ من
مساحتها وهذا ما يزيد من نسبة ثاني أكسيد الكربون الممتص بقدر الضعف
ثلاثة مرات وطبعاً تزيد عملية التمثيل تبعاً لذلك .

Enzymes ٥ - الأنزيمات

المواد التي تتكون في النبات نتيجة عملية التمثيل لا تنتقل من خلية إلى أخرى إلا في حالة ذوبان وانتشار وعند ما تصل هذه المواد أعضاء النبات المختلفة مثل البزور والجذور والدرنات تحول ثانياً إلى مواد أخرى مثل النشا والسكر والبروتين والسيليولوز والدهون وغيرها وتبقى كذلك إلى أن يحتاج إليها الأمر فتذوب وتنتشر إلى مراكز النمو فتساعد على النشاط في النبات

والعامل في الإذابة والتحويل هو الإنزيمات الموجودة في النبات وهي مادة سائلة غروية غير حية تفقد خواصها بالسوم وارتفاع درجة الحرارة وينشط عملها حتى يبلغ أشده عند الدرجة ما بين ٣٠ و ٥٠ ستيجيراد ونشاطها في الظلام أكثر منه في الضوء بل ربما يقف عملها في الضوء الشديد

ويمكن استخلاص الإنزيمات من الكائنات الحية وتخفيفها وصياغتها في أقراص منتظمة مسضة اللون تستعمل عند الحاجة

والإنزيمات عوامل مساعدة إذ تدخل في العملية الكهوية من المبدأ إلى النهاية من غير أن يطرأ عليها تغيير فهي تشبه من هذه الوجهة ثنائي أكسيد المنجنيز الذي يساعد على تحضير الأكسجين من كلورات البوتاسيوم من غير أن يتغير

ولمعظم الإنزيمات فعل عكسي فمثلا يمكن للإنزيمات التي تحول النشا إلى سكر أن تحول السكر إلى نشا وتوقف ذلك على قوة التركيز النسبي للمحول فإذا كان تركيز السكر خفيفا في محلول يتحوى على نشا وسكر فالإنزيم يحول النشا إلى سكر وإذا زاد تركيز السكر عن حد محدود فإن الإنزيم يبدأ في تحويل السكر إلى نشا ويستمر في عمله هذا إلى أن تنشأ حالة توازن

ففي النهار والضوء شديد يتكون السكر في الأوراق شيئاً فشيئاً إلى أن تصل قوة تركيزه درجة محددة عندها يبدأ الإنزيم في تحويله إلى نشا وأما في الليل فينتشر السكر من خلية إلى أخرى بطريقة الانتشار الأسموزي وبالاتقال في عناصر اللحاء فيقل تركيزه في الخلايا وفي هذا الوقت يعمل الإنزيم الموجود على تحويل

النشا إلى سكر مرة ثانية وهكذا إلى أن تصبح الأوراق خالية منه في الصباح قبل طلوع الشمس

والانزيمات الموجودة في النبات كثيرة منها:

(١) إنزيمات تحلل المادة تحليلاً مائياً Hydrolysing Enzymes

Oxidising Enzymes (۲) انزيمات مؤكسدة

Reducing Enzymes (٣) إنزيمات مختزلة

Fermenting Enzymes (٤) إنزيمات الاختمار

(١) انزيمات تحلل المادة تحليلًا مائياً

يوجد في الأوراق الخضراء ويؤثر على سكر المتئوز ويحول إلى سكر الفاكهة

$$13 \text{ بد } 11 + 2 \text{ بد } 1 + \text{المتئاز} = 2 \text{ بد } 11 + \text{المتئاز}$$

Hydrolysing Enzymes

هي التي تعمل على تحويل المواد العضوية المعقدة إلى مواد أقل منها في التركيب وهي أنواع كثيرة تختلف باختلاف المواد التي تؤثر فيها وإليك بعضها .
إنزيمات تحلل المواد الكربوهيدراتية الصلبة إلى سكر قابل للدوبان .
كما أتى :

انزيم الدياستاز Diastase

يوجد في الخرشوف وهو يحول الانبولين إلى سكر الفاكتة Laevulose
ثالثا: ويدخل في تحليل الجلوكوسيدات Glucocides إلى سكر ومواد أخرى
انزيمان وهما الأمجداالاز Amygdalase والبروناز Prunase ويوجدان في
اللوز Almonds

وهو موجود في البزور والفواكه والأوراق ويؤثر على النشا فيحوّله إلى سكر الدكستروز والمالتوز .

$$(كـ، د، ا) + د + ا = ديازتاز + (كـ، د، ا) س$$

وأنزيم الأجدالاز يحلل الجلو كوسيدات بسرعة إذا استعمل الكحول بلل الماء وهو يعمل في مواد كثيرة ونكتفي هنا بذكر الآتي :

أجد السيد Amygdalocide + ماء + الأجدالاز = دكسترين + حمض الابدروسيانيك (دك ز) + بنزالدهيد

لک ۱۳ بندہ ۱۱ + دیاستاز

انزيم السيتاز Cytase

يوجد منفصلاً عن الأجداز في السكر وهو يحل اند يوتري ل جلو كوسيد
Mandelonitrile Glucoside إلى دكتوروز وحمض الايدروسيانيك (بك ز)
بنز الدهد

وهو موجود في بزور البلح ويسبب إنبات أجنتها ويحلل الهميسيلولوز
Hemicellulose إلى الجلاكتوز Galactose والمانوز Mannose

Maltase انزيم الملتاز

يعمل هذا الانزيم أيضا في تحليل الألبان في عدم وجود الماء ويعطى دكتور
م. د. ب. ل. ن. ت. ر. ل. ج. ل. ك. س. د.

انزيم البكتناز Pectinase
يؤثر على البكتين المكون للجدار الأولى Middle lamella ويحوّله إلى صمغ الارابينوز وهو يسبب نضج الفواكه الطرية لانه يعمل على تفكك خلاياها بعضها من بعض .

رابعاً: والانزيمات التي تدخل في تحليل البروتين الموجود في الخلايا إلى مواد أبسط منها في وسط مناسب توضع جميعها تحت الاسم البرتياسز Proteases

مجموعة الببسين Pepsin Type

الببسين يحلل البروتين إلى ببتونز Peptones

مجموعة الأربسين Erepsin Type

هذا النوع من الأنزيمات يحلل الببتونز Peptones إلى أمينو اسد Amino - acids وكلا المجموعتين السابقتين توجدان في بزور نبات القنب وفي ثمار الأناناس والتين والفاح والكثرى والبازار

خامساً: الأنزيمات التي تحلل الدهون والزيوت إلى جلسرول وأحماض دهنية توضع جميعها تحت اسم ليباز Lipases

أنزيم الليباز Lipase

يوجد هذا الأنزيم في بزور الخروع وينشط في عمله أثناء انبات الاجنة

(٢) الأنزيمات المؤكسدة Oxidising Enzymes

أنزيم البيروكسيداز Peroxidase والبيروكسيد Peroxide يُكوّنان مجتمعين الأنزيمات المؤكسدة. وهما يستخاضان أكسجين الهواء ألجوى لا كسدة المواد الموجودة في النبات فينشأ من ذلك مجهود يستعمله النبات في أعمال كثيرة.

ومجموعة الاكسيداز Oxidase مهمة جداً في تنفس النبات وفي إعطاء الأزهار ألوانها المختلفة.

وهو يؤكسد صبغة الجواياكم Guaiacum ويحولها إلى اللون الأزرق ويؤكسد المواد العطرية ويحولها إلى مركبات ملونة. وهو يوجد في النباتات التابعة للعائلة الخيمية والشفوية والمركبة وغيرها من العائلات.

(٣) الأنزيمات المختزلة Reducing Enzymes

توضع هذه الأنزيمات تحت اسم ريدكتاز Reductase وإلى الآن لم يعرف منها الا القليل.

وهي توجد في نبات الخميرة Yeast وتعمل على اختزال مسيلين بلو Methylene blue وتحوله إلى مركبات عديدة اللون

أنزيم البكتاز Pectase

هذا الأنزيم يعمل على تجميع مادة البكتين الزائبة (البكتينوجين Pectinogen) ويوجد في جذور الجزر وأوراق البرسيم

(٤) أنزيمات الاختيار Fermenting Enzymes

التفاعلات التي تحدثها هذه الأنزيمات معقدة ومشكوك فيها إلى الآن وسنشرح عمل واحد منها.

أنزيم الزيماز Zymase

يؤثر هذا الأنزيم على سكر العنب ويحلله إلى ذراته فينتج ثنائي أكسيد الكربون وكحول ومجهود energy يستعمله النبات في أغراضه المختلفة وهذه العملية تسمى الاختيار الكحولى وهي تحدث بنبات الخميرة Yeast وبعض الفطريات في جو خال من الأكسجين Anaerobic

كـ بدلهـ اـ + الزيماز = كـ بدلهـ اـ د + كـ اـ + مجهود + الزيماز
سكر العنب + الزيماز = كحول + ثنائي أكسيد الكربون + مجهود + الزيماز

عمليات التغير الغذائى Metabolism

تحدث في النبات عدة عمليات كىاوية عظيمة تستلزمها حياة النبات وكلها في مجموعها تسمى عمليات التغير الغذائى Metabolism فنها ما تستلزم انشمارم كبات معقدة من مواد أقل منها في التركيب وتسمى هذه العملية البناء والتشيد Anabolism كما يحدث في تحويل السكر إلى نشا أو المواد الكربوهيدراتية إلى زيوت وقد يحدث أن المواد النباتية العضوية أو المعدنية تتحلل إلى مواد أقل منها تركياً وينطلق أثناء هذه العملية المجهود الذى يستعمله النبات في أغراض مختلفة ويطلق على هذه العملية عملية الهدم والتحليل Katabolism كما يحدث مثلاً في عمليات تخمير الكحول

وفي أثناء عملية التغير الغذائى Metabolism في النبات قد تتكون مواد

مختلفة كالأحماض العضوية والمواد الملونة والزيوت العطرية والصمغ والقلويات والكاشوشوك ولا يستعمل النبات هذه المركبات عادة بعد تكوينها وهي لذلك تعتبر منتجات ثانوية وليس معنى هذا أن لا فائدة منها للنبات فان بعض المركبات السامة والمرة تبقى النبات من فمك الحيوانات

وبعض المواد الملونة التي توجد في البتلات مثل بتلات الجيرانيوم تجذب الحشرات فتساعد على عملية التلقيح والاختصاص وأما المواد الملونة الموجودة في بعض البزور والثمار فتجذب الحيوانات وخاصة الطيور فتلتقطها وتنقلها من مكان إلى آخر والمواد اللبنة والراتنجات تتجمع حول الجروح التي تحدث للنبات وتغلفها فتحفظ الأنسجة الداخلية من دخول جراثيم الأمراض والحشرات التي تقتلك بها إذا أصابت النبات

٦ - التنفس Respiration

أول من اكتشف أن النبات يتنفس هو العالم انجن هوز Ingen - Housz سنة ١٧٧٩ لأنه تابع تجارب برستلي Priestley التي أجراها على تجدد الهواء بالنباتات فوجد انجن هوز أن هذه النظرية محقة في النباتات الخضراء المعرضة للضوء . ولكن أجزاء النبات الخالية من المادة الخضراء وكذلك الأجزاء النباتية الخضراء البعيدة عن الضوء ينطلق منها ثاني أكسيد الكربون فعرف أن النبات يأخذ الأكسجين من الهواء الجوي ويخرج ثاني أكسيد الكربون وهذه هي نتيجة التنفس في الحيوان فمن ذلك عرف أن النبات يتنفس

واستمر الحال على هذا المنوال إلى أن جاء العالم سوسور Saussure سنة ١٨٠٤ وزاد الأمر وضوحاً لأنه أول من أجرى تجارب حقيقية على تنفس النبات ومن هذا الوقت استتب الأمر على أن النبات يتنفس كالحيوان .

كل الكائنات الحية من حيوان ونبات تنفس أي تأخذ الأكسجين وتطرد ثاني أكسيد الكربون مصحوباً ببخار الماء مع ارتفاع في درجة الحرارة . والتنفس عملية هدم أي أن المواد التي تكونت من عملية التمثيل تتحلل وفي

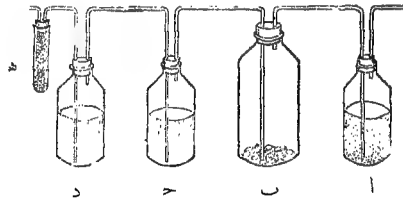
أثناء هذه العملية يتحول المجهود الكامن Potential energy إلى مجهود محرك Kinetic energy يستعمله النبات في بناء جسمه من جديد وفي أغراض أخرى كثيرة .

والتنفس غير قاصر على أكسدة الكربوهيدرات الموجودة في النبات بل يتعداها إلى أكسدة البروتينات في حالة وجود الأكسجين كما في النباتات الراقية أو عدم وجوده كما في بعض النباتات الدنيئة مثل البكتيريا والفطر والخميرة . وكل خلية في النبات تنفس إذ تأخذ الأكسجين اللازم لها من الهواء الذي يدخل من الثغور والغديسات وينتشر بطريقة الضغط الاسموزي في الخلايا

ويتنفس النبات في الليل والنهار على السواء إلا أنه في النهار لا تظهر نتيجة التنفس واضحة بالنسبة لعملية التمثيل الكربوني التي يجريها النبات المشتمل على المادة الخضراء بسرعة أكثر من عملية التنفس فيخرج الأكسجين ويمتص ثاني أكسيد الكربون من الجو فيخيل للمرء أن النبات لا يتنفس أثناء النهار

ولأثبت أن النبات يتنفس في النهار تؤخذ أجزاء نباتات خالية من الكلوروفيل مثل البزور والثمار أو يوضع فرخ نبات ذواوراق خضراء في دورق مغلي بورقة سوداء فيظهر أن النبات يتنفس أي يأخذ من الهواء المحيط به الأكسجين ويطرد ثاني أكسيد الكربون . لأن عملية التمثيل في هذا الوقت تقف لفقْدان شرط من الشروط اللازمة لها . وإليك تجربة تثبت ذلك :

نأخذ جهازاً كالبيان في شكل ١٠٥ ونضع بزوراً مستنبية في القارورة (ب)



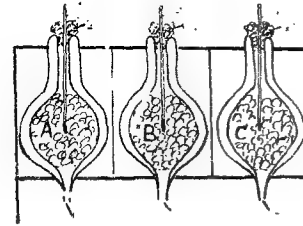
شكل ١٠٥ - جهاز لاثبات خروج ثاني أكسيد الكربون أثناء التنفس

وأما القوارير (١) و (ح) و (د) فيوضع فيها إيدروكسيد الباريوم وأما الأنبوبة (هـ) فيوضع بها بوتاسا كاوية .

توصل آلة ماصة بالقارورة (١) فيمر الهواء الجوى من الأنبوبة (هـ) فتمتص البوتاسا الكاوية جميع ما به من ثانى أكسيد الكربون فيصبح تيار الهواء خالياً من ثانى أكسيد الكربون بدليل أن إيدروكسيد الباريوم الموجود فى القارورتين (ح) و (د) لا يتعكر ثم يمر فيهما الهواء الخالى من ثانى أكسيد الكربون إلى البزور المستنبئة فى القارورة (ب) فتتنفس البزور أى تأخذ الأكسيجين من هذا التيار وتطرد ثانى أكسيد الكربون الذى يعكّر إيدروكسيد الباريوم فى القارورة (١) .

الحرارة الناتجة من التنفس The Heat of Respiration

عندما يتنفس النبات تنشأ الحرارة أثناء عملية الهدم Katabolism ولا يثبت ذلك نجري التجربة الآتية .



شكل ١٠٦ - جهاز لقياس درجة الحرارة الناتجة من التنفس
(A) بزور حية (B) بزور ميتة (C) بزور ميتة معقمة

تؤخذ ثلاثة دوائر كاللمية فى الشكل ١٠٦ ثم توضع فى أحدها بزور بازلاء أجنبها حية مستنبئة من قبل . وفى الثانى بزور بازلاء أجنبها ميتة وفى الثالث بزور بازلاء أجنبها ميتة كالزور الثانية غير أنها تكون معقمة ثم يُسَدُّ كل منها بقطن مندوف معقم يمر من وسطه ترمومتر لقياس درجة الحرارة فى كل دورق وتوجد فتحة فى قاع كل منها وظيفتها خروج ثانى أكسيد الكربون الناتج عن التنفس حتى لا يضر الأجنة .

تترك التجربة لمدة أسبوعين وفى أثنائها تقاس درجة الحرارة مرتين فى اليوم . فيلاحظ أن درجة حرارة البزور الحية فى (A) بعد يومين ترتفع عن درجة البزور الميتة فى (B) بمقدار ٢° سنتيجراد . وفى اليوم الثالث يلاحظ أن البزور الميتة فى الدورق (B) قد أصيبت بالبكتيريا والفطر وتسبب عن هذا ارتفاع درجة الحرارة فى نهاية الأسبوع الأول بمقدار ٧° أو ٨° سنتيجراد أكثر من درجة حرارة البزور الحية فى (A) وأما درجة حرارة البزور الميتة المعقمة فى (C) فانها تبقى حتى نهاية الأسبوع الثانى بدون تغيير

المعادلة التنفسية The Respiratory Quotient

تأكسد السكر الأحادى مثل الدكستروز أو الفيلولوز يتكون منه المعادلة الآتية:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 = 6CO_2 + 6H_2O$$

 ومن هذه المعادلة يمكن معرفة أن حجم الأكسيجين الممتص يعادل مقدار ثانى أكسيد الكربون المنطلق
 والكسر الذى بسطه حجم ثانى أكسيد الكربون المنطلق ومقامه حجم الأكسيجين الممتص يسمى بالمعادلة التنفسية $\frac{K}{V} = R.Q.$ تقريباً وقد تقل عن هذه النسبة فى البزور الزيتية . وتقدر تقريباً بـ $\frac{1}{2}$ أو أقل من نصف فى الأوراق المتفتحة أو السوق المنحورة إلى شكل أوراق متشعبة ، لأن جزءاً من ثانى أكسيد الكربون يختزن فى أنسجة النبات على حالة أحماض عضوية وقد يتحول ثانى أكسيد الكربون جميعه إلى أحماض ولا ينطلق منه شيء .

التغيرات فى المواد النباتية Changes in Plant materials

تحدث للواد المختزنة فى النبات أثناء التنفس عدة تغيرات تختلف باختلاف النبات ونوع الغذاء الذى يمد به النبات واليك بعض التغيرات :
 ١ - وجد بالتجارب أن فطر الأسبرجلس Aspergillus يتغذى به ١٠٠مم من السكر الذى عند تحليله يتكون منه ٨٣١٨ و ٠٠مم حمض الأكساليك و ٧٨٢٠ و ٠٠مم

ثاني أكسيد الكربون و ٢٩٠ و ٥٠٠ مجم يستعمله النبات في بناء جسمه .

٢ - كثير من النباتات الغضة المشحمة لا يطلق منها ثاني أكسيد الكربون أثناء عملية التنفس وإنما يخزن في أنسجتها كحمض يتحلل في الضوء إلى مواد أخرى وثاني أكسيد الكربون الذي يستعمله النبات في عملية التمثيل في الوقت الذي تكون فيه الثغور مغلقة لمنع تبخر الماء بكثرة لشدّة حرارة الجو وجفافه . كما في النباتات الصحراوية . فالنباتات الشوكية Cacti مثلاً يخزن فيها ثاني أكسيد الكربون على حالة حمض المالك Malic acid ونبات الثلج Mesembryanthemum Sp. يتحول فيها ثاني أكسيد الكربون إلى حمض الأكساليك Oxalic acid

٣ - إذا حللنا أوراق العنب بالطريقة الآتية نعرف مشتملاتها وكيف تستفد :
تؤخذ أوراق عنب ثم تقسم كل ورقة إلى نصفين متساويين ثم تقسم الأقسام إلى قسمين يحلل أحدهما تحليلاً كيمياوياً ويوضع ثانيهما في صندوق مغلي بورقة او خرقة سوداء لمنع التمثيل الكربوني ثم يمرّر في الصندوق تيار من الهواء لتنفس أنصاف الأوراق وتحلل كيمياوياً في أوقات مختلفة .

فالقسم الأول يوجد أنه يشتمل على نشا و مواد كثيرة عديدة السكر و ثنائية السكر وأحادية السكر وأحماض عضوية وبروتين وتحليل القسم الثاني من أنصاف الأوراق نرى أن النشا اختفى بعمدة ثم بدأ المواد الثنائية السكر في التحليل حتى إنه بعد مدة تزول جميعها وبعد ذلك تزول كل المواد ما عدا المواد البروتينية التي تبدأ في التحليل إلى مواد أوزونية أبسط منها .
وبعد نفاد واستعمال كل المواد العضوية الموجودة في أنصاف الأوراق تموت جوعاً .

٤ - وإذا حفظت بعض أوراق نبات ما في صندوق مغلق إقبالاً محكاً وبعداً عن الضوء لمدة طويلة يلاحظ أن ثاني أكسيد الكربون المنطلق من عملية التنفس يقل إلى $\frac{1}{4}$ حجمه الطبيعي وبعد مدة يلاحظ أن الانزيمات تبدأ في عملها وتحلل البروتين بل لازم تغيير لون الأوراق الخضراء إلى لون أصفر ثم إلى بني ويزداد خروج ثاني أكسيد الكربون ثم يقل بعد مدة شيئاً فشيئاً إلى أن يُعَدَم البروتين بل لازم جميعه من الخلية وفي ذلك موت الأوراق .

التنفس اللاهوائي Anaerobic Respiration

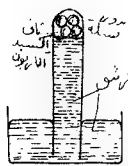
إذا حفظت نباتاً في جو قليل الأكسجين فإنه بعد أن يستعمل جميع الأكسجين الموجود في الجو يستخلص الأكسجين من تحليل مواد العضوية بالانزيمات ويستعمله في عملية التنفس أي في أكسدة مواد النبات فيخرج ثاني أكسيد الكربون وينتج مجهود يستعمله النبات في أغراضه المختلفة وهذا ما يسمى بالتنفس اللاهوائي .

والبرور المستنبطة ذات الأجنة الحية تنفس تنفساً لاهوائياً فلو أخذنا برورا أجنحتها حية وأخرى أجنحتها ميتة ووزناها ووضعناها على ورق نشاف مبلل لمدة يومين أو ثلاثة ثم جففناها ووزناها ثانية نجد أن البرور الأولى يقل وزنها عن ذي قبل ولكن البرور الثانية تبقى حافظة لوزنها . وهذا يدل على أن البرور الأولى استخلصت الأكسجين من خلاياها بسبب تحليل الانزيمات لمشتملات الخلية وهذا الأكسجين استعمل في التنفس اللاهوائي وخرج ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء

تجربة Experiment

لإثبات التنفس اللاهوائي عملياً تتبع التجربة الآتية :

تختصر أنبوبة اختبار وعلؤها زبقاً ثم تأتي بحوض وعلؤها زبقاً أيضاً ثم تنكس الأنبوبة في الحوض بكل احتراق ثم ندخل في فوهة الأنبوبة برورا



شكل ١٠٧ - تجربة تثبت التنفس اللاهوائي

مستنبطة فترتفع فوق سطح زبق الأنبوبة لحقتها ثم بعد مدة يومين أو ثلاثة نلاحظ أن زبق الأنبوبة قد انخفض وحدث فراغ بين البرور ومثلها بغاز لو اخترع لوجد أنه يكمّر ماء الجير فهذا يدل على أنه غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج من تنفس البرور في جو خال من الأكسجين أي أنه تنفس لاهوائي شكل ١٠٧ .

العوامل التي تؤثر في عملية التنفس

العوامل التي تؤثر في عملية التنفس في النبات إما خارجية وإما داخلية :

العوامل الخارجية هي :

١ - درجة الحرارة Temperature

تبادل الغازات في النبات يتوقف على درجة الحرارة فيبلغ التنفس نهايته العظمى عند درجة ٤٠° ستيجراد وإذا زادت درجة الحرارة عن هذه الدرجة فإنها لا تؤثر على التنفس .

وإن المعادلة التنفسية $\frac{K}{P}$ تكون في أصغر حد لها عند درجة ١٠° ستيجراد

أو ١٥° ستيجراد وتزيد المعادلة إذا ارتفعت أو نقصت درجة الحرارة والجدول الآتي يبين حقيقة ذلك .

النبات	درجة الحرارة	معادل التنفس $\frac{K}{P}$
	٤ - ٥	٠.٧٥
نبات البيلارجونيوم	١٢ - ١٤	٠.٥٤
	٣٤ - ٣٥	٠.٩٥

٢ - الضوء Light

الضوء أيضا ضروري للتنفس وأول من اكتشف هذه النظرية هو العالم

برودن Borodin

أجرى أبحاثه على فرخ نبات دى أوراق خضراء فوجد أنه إذا وضع في الظلام يتنفس شيئا فشيئا وينشط نفسه إذا أعيد في الضوء ثانيا .

ويمكن تعليل هذه النظرية بأن نقول إن المواد الكربوايدراتية التي تتحلل في عملية التنفس تستنفد تدريجيا في الظلام وعلى ذلك يقل التنفس لقله هذه المواد

وأما في ضوء النهار فتتكون الكربوايدرات بكثرة نتيجة عملية التمثيل الكربوني وهذا ما يوافق عملية التنفس

٣ - الأكسجين Oxygen

الأكسجين المستعمل في عملية التنفس ينمته النبات من الهواء الجوي أو من المحاليل الأرضية بمقادير قليلة لا تناسب حياة النبات .

وأما النباتات المائية فإنها تأخذ أكسجينها من الأكسجين المذاب في الماء أو من الأكسجين الذي ينطلق أثناء عملية التمثيل الكربوني حيث يخزن في خلايا النبات لوقت الحاجة إليه .

٤ - المحاليل الغذائية Soluble food

وجد بلادن Palladin أن قوة تركيز المحاليل الغذائية لها تأثير كبير في عملية التنفس فقد وجد أنه إذا نقل نبات من محاليل ذات تركيز شديد إلى محاليل ذات تركيز خفيف ينشط تنفسها ولكن إذا نُقلت النباتات من محاليل أقل تركيزا إلى محاليل أكثر تركيزا فإن النبات يتنفس ببطء .

٥ - المواد السامة Poisonous materials

تتأثر عملية التنفس في النبات بالمواد السامة فقد وجد موركوفن Morkovin أن القلويات Alkaloids على أنواعها والجلوكوسيد Glucosides والكحول Alcohol والأثير Ethyl ether والفرمالدهيد Formaldehyde وغيرها من السموم إذا كانت مخففة جداً فإنها تساعد على سرعة التنفس في النبات . وقد أجرى تجاربه على بادرات فول كما يأتي :

(١) زرع بادرات فول في محلول سكر ثم (٢) زرع بادرات أخرى في محلول سكر كالسابق مع إضافة ٠.١٪ من الكحول فوجد أن ١٠٠ مم من النوع الأول ينطلق منها ٦٥ ملليجرام من ثاني أكسيد الكربون في الساعة وأما ١٠٠ مم من النوع الثاني فينطلق منها ١٩١ ر ١٩١ ملليجرام من ثاني أكسيد الكربون في الساعة

٦ - الجروح Wounding

إن الجروح تزيد في تنفس النبات إذ وجد أن ٣٠٠ مم من درنات بطاطس صحيحة وضعت في غرفة واختبر ثاني أكسيد الكربون المنطلق منها فوجد أنه ١٢ ر ١٢ ملليجرام في الساعة .

وقسمت الدرناات المذكورة ووضعت في نفس الغرفة وفي نفس الدرجة فوجد أنه ينطلق منها ثاني أكسيد الكربون بكثرة أى أنه بعد ساعتين انطلق منها ٩ ملليجرام من ثاني أكسيد الكربون وبعد ٥ ساعات انطلق ١٤ر٤ ملليجرام وبعد ١٠ ساعات انطلق منها ٥ ر ١٦ ملليجرام وبعد ٢٨ ساعة انطلق ١٨ ر ١٨ ملليجرام وبعد هذه المدة تقل سرعة التنفس حتى إنه بعد ٥٠ ساعة من مبدأ التجربة وُجد أن ثاني أكسيد الكربون المنطلق بلغ ١٣ر٦ ملليجرام وبعد أربعة أيام انطلق من ثاني أكسيد الكربون ٣ ر ٣ ملليجرام وبعد ستة أيام يصير مقدار ثاني أكسيد الكربون المنطلق ١٦ر٩ ملليجرام

٧ - الفوسفات Phosphates

أملأح الفوسفات التي تزيد سرعة عملية الاحتار لها تأثير أيضا في سرعة عملية التنفس وهذا العمل ينسب إلى الاحتار الكحول .

العوامل الداخلية هي :

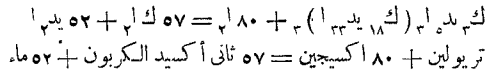
١ - النمو Growth

كلما كان النبات سريع النمو فإنه يتنفس كثيرا أى انه يمتص كثيرا من الاكسجين ويخرج كثيرا من ثاني اكسيد الكربون تبعاً لذلك .
والبادرة في بادى أمرها تنمو ببطء ثم تنمو بسرعة بعد ذلك كلما تقدمت في السن حتى تبلغ نهاية نموها وبعد ذلك تقل سرعة نموها شيئاً فشيئاً . فسرعة التنفس في هذه البادرة في المبدأ تكون بطيئة ثم تنشط وفي النهاية تقل شيئاً فشيئاً متناسبة مع سرعة نمو البادرة تناسباً طردياً .

٢ محتويات الخلية Cell content

يتوقف تنفس النبات أيضا على محتويات الخلايا فقد وجد بالتجارب أن البزور الزيتية أثناء انباتها تنفس وتعطى معادلة مقدارها أقل من الواحد الصحيح . و معروف أن الزيوت تشتمل على كمية من الاكسجين أقل بكثير مما في الكربوايدرات فعندما تتأكسد وتحلل المواد الزيتية إلى مواد كربوايدراتية

قابلة للانتشار لتغذية الريشة والجذير تمتص البزور كمية من الأكسجين الجوى أكثر مما يخرج منها من ثاني أكسيد الكربون ولذلك تنقص المعادلة عن الواحد وتأكسد التريولين Triolein يمكن أن يعبر عنه بالمعادلة الآتية



فالمعادلة التنفسية في الحالة السابقة أقل من الواحد الصحيح وهي تساوى ٥٧ . وقد وجد أيضا أن البزور الزيتية إذا زرعت في محلول من سكر القصب تعطى المعادلة التنفسية المعتادة التي تساوى الواحد الصحيح .

وتبادل الغازات الذى يصحب تنفس الفواكه الناضجة المشتملة على بزور زيتية يشير إلى أن النسبة بين كمية الأكسجين الجوى الممتصة أقل من كمية ثاني أكسيد الكربون المنطلقة . لأن كمية الأكسجين الزائدة بعد تحويل المواد الكربوايدراتية إلى زيوت تستعمل في التنفس فتكون كميته الممتصة من الهواء الجوى أقل من كمية ثاني أكسيد الكربون المنطلقة وتصور المعادلة التنفسية أكبر من الواحد الصحيح .

موازنة بين التنفس والتثيل الكربوى

التنفس	التثيل الكربوى
١- التنفس هو عملية هدم أى تحليل المواد المعقدة إلى أبسط منها	١- التمثيل الكربوى معناه أن النبات يشيد ويبنى أجساما معقدة التركيب من أجسام أبسط منها .
٢- كل أجزاء النبات الحية تنفس سواء كانت مشتملة على المادة الخضراء أو لم تشتمل عليها	٢- لا يحدث التمثيل إلا في الأنسجة ذات اللون الأخضر المعرضة للهواء

التنفس

التمثيل الكربوني

- ٣- التنفس هو امتصاص الأكسجين وخروج ثاني أكسيد الكربون
- ٤- تنفس النبات لا يتوقف على الضوء لأنه يحصل في الليل والنهار على السواء
- ٥- النبات أثناء عملية التنفس يفقد شيئاً من وزنه
- ٦- أثناء عملية التنفس يطلق المجهود يستعمل في أغراض الحياة
- ٧- ينطلق أثناء عملية التنفس الماء على حالة بخار
- ٣- عندما تحصل عملية التمثيل الكربوني يأخذ النبات ثاني أكسيد الكربون من الهواء الجوي وينطلق الأكسجين ولذلك تعد عملية تنقية الجو من غاز ثاني أكسيد الكربون السام
- ٤- الضوء عامل من العوامل التي يتوقف عليها التمثيل الكربوني
- ٥- عملية التمثيل تكسب النبات زيادة في الوزن إذ يتكون منها مواد كالسكر والنشا
- ٦- يمتص المجهود من أشعة الشمس بالكlorophyll وينجز في المواد العضوية إلى أن يحتاج له الأمر
- ٧- عملية التمثيل لا بد لها من وجود الماء لاستعمال عنصره في تكوين الكربوهيدرات

٧- النمو Growth

ينمو النبات شيئاً فشيئاً إلى أن يبلغ نهاية عمره وفي أثناء هذه المدة يزداد حجمه ويتغير شكله. والنباتات الراقية تنمو من مناطق خاصة يقال لها النقطة النامية لأن خلاياها تنقسم بنشاط وتمتلئ خلايا تزداد في الحجم شيئاً فشيئاً إلى أن يكمل نموها

الجذنين - هو نبت صغير في حالة سكون ويشتمل على الفلقات والريشة والجذير والآخران ينموان إلى ساق وجذر تظهر عليهما بعد قليل زوائد جانبية من أفرع وأوراق وجذور ثانوية ثم تنمو الأفرع الجانبية بدورها وتعطي زوائد

على جوانبها وهكذا إلى أن يتكون المجموعان الحضري والجذري وفي نهاية النمو يزهر النبات وينتج الثمار والبزور وبذلك تكمل حلقة حياته Life Cycle

الخلايا المرستيمية Meristematic cells

الخلايا المرستيمية توجد في مواضع كثيرة من النبات منها قمة الساق أو الجذر النامية أو بالقرب من قواعد الأوراق الجالسة للنباتات ذات الفلقة الواحدة أو في قمة عناق الأوراق وكذلك بين الخشب واللحاء في حزم النباتات ذات الفلقتين وكذلك توجد في العقد لبعض النباتات ذات الفلقة الواحدة مثل نباتات العائلة النجيلية وكذلك توجد في الريشة والجذير

النمو الثانوي Secondary Growth

عندما يكبر النبات ويتكون له سوق متفرعة إلى أفرع جانبية ذات أوراق منبسطة تزيد كمية الماء المتبخر منه وكمية المواد المجهزة فيه فتتكون في النبات لذلك أنسجة تزيد في رفع العصارة من التربة وكذلك تزيد في توزيع العصارة المجهزة من الجو. وهذا هو عمل خلايا الكامبيوم التي تغطي عناصر الخشب الثانوي من أوعية وقصبات للغرض الأول وعناصر اللحاء الثانوي من أنابيب غربالية للغرض الثاني

ولأجل أن يحفظ النبات أنسجته بعد تمزق البشرة من التبخّر الحادث من الكامبيوم يتكون الفلوجين من خلايا البشرة أو القشرة أو من اللحاء نفسه فتتولد منه أنسجة الفلين التي تستعمل كنسيج واق وكذلك لمنع تبخر الماء. وما سبق في باب التشرح عرف أن سوق النباتات ذات الفلقتين يحصل لها نمو ثانوي وأما سوق النباتات ذات الفلقة فلا يحدث لها نمو ثانوي إلا في أحوال شاذة مثل الدراسينا Dracaena

وأما جذور النباتات ذات الفلقتين فيحدث لها أيضاً نمو ثانوي وجذور النباتات ذات الفلقة لا يحدث لها نمو ثانوي بالمعنى المعروف

نمو النبات اليومي Daily Period of Plant Growth

يتأثر نمو النبات أثناء الليل والنهار بعاملين مهمين هما الضوء ودرجة الحرارة فلاحظ في الليل والظلام دامس أن سرعة النمو تزداد تدريجياً إلى أن يطلع الفجر وبعد ذلك تتأثر بالضوء فتقل سرعة النمو شيئاً فشيئاً إلى أن تغرب الشمس وهكذا - ودرجة الحرارة في الليل أقل منها في النهار إلا أن تأثيرها في سرعة النمو غير محسوس لأن عامل الضوء أشد وأقوى منها في هذه الوجهة

نمو النبات الموسمي Seasonal period of Plant Growth

لكل نبات فصل خاص تبلغ سرعة نموه فيه أشدها مثلاً بعض الأشجار المصرية كالغلب تبدأ نشاطها في أوائل الربيع ثم تزداد سرعة نموها شيئاً فشيئاً حتى يكمل نموها وتعطي الثمار والبزور طول مدة الصيف ثم تحمل مرة ثانية في الخريف والشتاء فتسقط أوراقها وتبقى ساكنة طول هذه المدة وتسمى هذه النباتات بالمعمرة Perennial

وبعض النباتات مثل الإفيمرال Ephemerals والنباتات الحولية Annuals تنمو سريعاً وتبلغ نهاية نموها في وقت قصير أثناء فصل المطر وتعطي ثماراً وبزوراً ينتهي بها عمرها

وبلاحظ هذا النمو في النباتات الصحراوية لعدم وجود ماء طول مدة السنة فتتمو البزور وتكون النباتات بسرعة في موسم المطر لا تلبث طويلاً أن تبلغ نهاية عمرها وتعطي البزور والثمار

مدة النمو النهائية Grand period of growth

يبدأ النبات نموه ببطء ثم تزداد سرعة نموه شيئاً فشيئاً إلى أن تصل نهايتها ثم تأخذ في الانحلال إلى أن يقف النبات عن النمو تماماً وفي هذا الوقت يأخذ حجمه النهائي وتسمى المدة التي يأخذها النبات من مبدأ النمو إلى نهايته

مدة النمو النهائية Grand period of Growth

وبروتوبلازم الخلايا هو مادة حياتها وهو يسبب نموها تحت شروط كثيرة

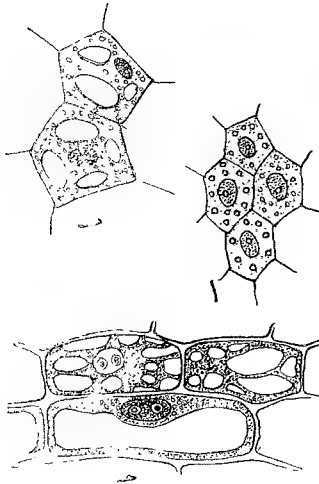
بعضها داخلية وأخرى خارجية فإذا فقد شرط منها يضعف النمو أو ربما يقف تماماً

١ - الشروط الداخلية Internal conditions

الشروط الداخلية تتوقف على نمو الخلايا والأنسجة والأعضاء النباتية

أولاً: نمو الخلايا Growth of cells

يظهر من الفحص الميكروسكوبي أن خلايا النبات تنمو وتزداد في الحجم بثلاث طرق شكل ١٠٨



شكل ١٠٨

(أ) خلايا مرستمية (ب) ظهور الفجوات في الخلايا

(ج) كبر الفجوات أكثر ورسوب مواد على الجدر الخلوية

(١) يبدأ نمو الخلية عادة بالانقسام لأنه بعد أن يتكون الزيجوت من اتحاد نواتي البضة وحة اللقاح يبدأ في النمو والانقسام حتى يتكون الجنين الذي ينمو فيكون نباتاً من جديد

وكذلك الخلايا المرستيمية حيثما كانت في النبات تنقسم وتنمو لتكون أنسجة مختلفة

(ب) وبعد ذلك تأخذ الخلايا في الازدياد في الحجم بظهور فجوات ممتلئة بالعصير الخلوي

(ج) وفي الطور الثالث يلاحظ أن الخلايا تقف عن النمو تماماً وتغلظ الجدر الخلوية برسوب مواد سيلولوزية بعضها فوق بعض أو بتكوين مادة الكيوتين أو السوبرين أو اللجنين أو الصمغ على الجدار الأولى وكل هذه الأحوال تزيد من حجم الخلية

وعملية تغيير الأغذية (الهدم والبناء) Metabolism الخلية يضطرها إلى أن تستعير ما فقدته بسبب من الأسباب مما جاورها من الخلايا وهذه من أخرى مجاورة لها أو توزع الخلية ما زاد عن حاجتها على الخلايا المجاورة لها وهكذا وبذلك يمكن أن تحفظ الخلية ترندتها وتصلبها Turgidity وهو نوع من زيادة حجم الخلايا

ثانياً : الأنسجة Tissues

خلايا البشرة بالنسبة إلى الضغط الحادث من عصيرها الخلوي تكون متصلة تصلباً يجعلها متماسكة بعضها مع بعض تماماً وهذا ما يساعد على حفظ الأنسجة الداخلية .

و خلايا النخاع دائماً تميل إلى الانتشار طويلاً لولا ما تقابل من المقاومة التي تحدثها الأنسجة الخارجية

ويمكن مشاهدة ذلك جلياً إذا أضفنا قاعة النمو لساق مائتم غمرناه في الماء فبعد مدة يميل النصفان عن بعضهما لأن أنسجة النخاع تنمو طويلاً أكثر من أنسجة القشرة والبشرة .

ثالثاً : أعضاء النبات المختلفة Different Parts of Plant

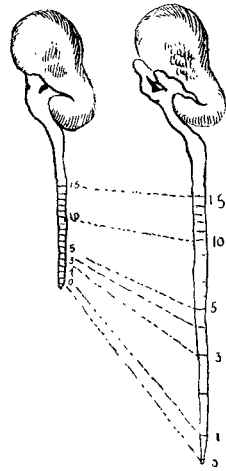
أعضاء النبات المتمايزة ذات الأنسجة المختلفة لا تنمو بدرجة واحدة وقد عرفنا في الباب الأول للجذور أن الجذور مقسمة إلى مناطق مختلفة والمنطقة المختصة بنموها طويلاً هي منطقة الاستطالة شكل ١٠٩ مع أن أجزائها لا تستطيل بدرجة واحدة إذ يلاحظ أن الجزء الوسطى منها يزداد بسرعة أكثر من طرفها .

وتقدر منطقة الاستطالة في جذور النباتات العادية بنحو ١٠ مم وأما في الجذور الهوائية فيتراوح طولها ما بين ٣٠ - ١٠٠ مم . ومنطقة النمو في الساق ذات عقد متقاربة جداً بعضها من بعض بالنسبة لقصر السلاميات أما منطقة الاستطالة فسلامياتها تبدأ في النمو طولياً شيئاً فشيئاً حتى تأخذ حجمها الطبيعي . ويتراوح طولها ما بين ٢ - ٤ سم وتشتمل على ٨ - ١٠ سلاميات .

واستطالة السلاميات ليس قاصراً على منطقة استطالة الساق وإنما قد تستطيل السلاميات من النمو الذي يحدث من الخلايا الانشائية الموجودة في العقد كما يحدث في نباتات العائلة النجيلية . وهذا النمو يسمى النمو

البيني Intercalary growth

النمو في أعضاء النبات لا يكون دائماً طولياً بل قد يكون عرضياً كما يشاهد في



شكل ١٠٩

لاحظ منطقة استطالة الجذر

الجذور الشاذة Contractile Roots التي توجد عليها تجمعات كثيرة نتيجة نمو خلايا القشرة البارنشيمية نمواً عرضياً إلى الخارج والداخل ويحدث لعناصر الحزم الوعائية عدة تموجات تبعاً لذلك

والجذور الهوائية والمحاليق الساقية والورقية عند ما تلبس حاملاً ما تلتف حوله لولبياً لأن الجانب البعيد عن الحامل ينمو أسرع من الجانب الآخر كذلك الحال في الأوراق يلاحظ أنها في بدء نموها تكون ملتفة لأن سطوح انصافها السفلى تنمو أسرع من السطوح العليا

وهذا ما يحدث لنمو الريشة Plumule إذ تظهر في بدء حياتها ملتوية لأن

ثانياً : تأثير الأكسجين Influence of Oxygen

النباتات الراقية يتأثر نموها بكمية الأكسجين الموجود في الوسط الذي تعيش فيه ، ولذلك يجب حرث التربة الزراعية قبل بذر البذور ليتجدد هواء التربة فيحصل النبات على كمية كافية من الأكسجين لتنفس جذوره .

ولكن النباتات الدائمة بعضها يتأثر نموه كثيراً بالأكسجين مثل البكتيريا الهوائية فهي لا بد لها من أكسجين لتقوم بعملها وتنمو كالعتاد والبعض الآخر لا يتأثر نموه به مثل البكتيريا اللاهوائية التي تنمو في وسط خال من الأكسجين ويوجد نوع ثالث من البكتيريا يحدث له تسمم ويموت في وسط به أكسجين . وهناك نوع من النباتات مثل نبات الخنيرة ينمو في وسط به أكسجين أو خال منه .

وفطر العفن The mould mucor ينمو نمواً طبيعياً ويكون هيفات عادية وحوامل جرثومية معتادة إذا نما في مزرعة بها قليل من الأكسجين فإن الميسيليوم ينقسم إلى خلايا ينفصل بعضها عن بعض وكل منها يكون نباتاً جديداً كما يحدث في نبات الخنيرة .

ثالثاً : تأثير الغازات الأخرى Influence of other Gases

تنمو النباتات نمواً طبيعياً في الجو المعتاد الذي فيه نسبة ثاقب كسيد الكربون ٣.٠٠ ٪ أو ٤.٠٠ ٪ . ولكن إذا زادت النسبة كثيراً أي بلغت ٣.٠ ٪ أو ٤.٠ ٪ في الجو المحيط بالنباتات فإنه يضرها بل ربما يمتيتها .

والبادرات تتأثر بغاز الأيثان Ethylene وبعض غازات مخدرة أخرى ، وكذلك الحال مع الجذور فأنها إذا وجدت في جومن الغازات الضارة مثل الأثير والكلوروفورم فإنها لا تنمو بل تقف عن النمو تماماً .

وإذا كانت الغازات السامة موجودة بدرجة قليلة في الجو المحيط بالنبات فإنها تساعد على سرعة نموه وقد أجرى جوهانسون Johanssen تجاربه على غاز الأثير فوجد أن النباتات ذات البراعم الشتوية الساكنة إذا وُضعت أفرع منها

سطحها الخارجي نما أسرع من سطحها الداخلي وعند ما يكمل نمو السطح الداخلي تستقيم وهذا الانحناء يحفظ القمة النامية من المؤثرات الخارجية لأنها في هذا الوقت لا تقوى على مواجهة البرد القارس والحر الشديد .

٢ - الشروط الخارجية External Conditions

يؤثر في نمو النبات أمور كثيرة خارجية منها :

أولاً : درجة الحرارة Temperature

لكل نبات درجة حرارة خاصة فبعضها ينمو في درجة الصفر وبعضها ينمو تحت درجة الصفر وبعضها مثل قليل من أنواع الفاعالب لا تنمو إلا في درجة ٥٠° ستيجراد .

والدرجة التي تبلغ عندها سرعة نمو النبات نهايتها هي ما بين ٢٠° ستيجراد و ٣٠° ستيجراد فإذا زادت عن هذه الدرجة أو نقصت فإن سرعة النمو لا تتأثر إلى أن تصل الدرجة نهايتها في الصفر أو الكبر وعندها يقف نمو النبات تماماً . ولكن بعض البزور والجراثيم التي تكون في حالة سكون يمكنها أن تقاوم درجات الحرارة العالية أو المنخفضة .

وبعض أنواع البكتيريا ينمو ويكون عمدان قصيرة إذا كانت درجة حرارة المزرعة Culture ٣٤° ستيجراد ويُسكُونُ أشربة إذا ارتفعت درجة حرارة المزرعة إلى ٤٠° ستيجراد .

ويمكن مشاهدة تأثير درجة الحرارة في النباتات إذا قارنا نباتات المناطق الحارة والمناطق الباردة والقطبية بعضها بعض فيظهر الفرق شاسعاً في شكلها الخارجي وكذلك في تشريحها الداخلي وأيضاً في وقت إزهارها وإثمارها .

وقد أجرى الأستاذ مولش Molisch تجاربه على البراعم الساكنة فأحضر نباتاً يحمل براعم شتوية ساكنة ووضع فرعاً منه في حمام ساخن لمدة نصف ساعة ثم أخرجه . فوجد أن براعمه الساكنة تكشف عن أزهار قبل حلول فصل النشاط بمدة كبيرة . مع أن الأفرع الأخرى التي لم تجر فيها هذه التجربة لا تزال براعمها ساكنة ولا تنشط إلا عند حلول فصل النشاط .

في جو به قليل من غاز الأثير لمدة يضع ساعات تنمو براعمها بسرعة وتنبثق منها الأوراق والأزهار قبل حلول فصل النشاط العادي ، أما براعم الأفرع الأخرى التي لم تنجر عليها التجربة فانها تنمو نموها الطبيعي وتخرج الأوراق والأزهار في فصل النشاط .

رابعاً : تأثير الرطوبة Influence of moisture

قد ذكر سابقاً أن الماء ضروري لحياة الكائنات ، فالبات إذا أراد أن يحتفظ بقوامه وحياته يجب أن تكون كمية الماء التي يمتصها من التربة أكثر من كمية الماء التي تبخر منه . وإذا وجد النبات في جو جاف يحصل له تخوير في بعض أعضائه يسهل عليه امتصاص الماء من التربة أو الهواء ، وبقل التبخر إلى حد كبير فتجد هذه النباتات ذات سلاميات قصيرة وأوراق مختزلة أو متحورة إلى أشواك وبشرة أوراقها وسوقها مغطاة بطبقة من الكيوتين التخين وسوقها تحورت إلى أشواك أو أصبحت غضة متشعبة . ونعورها غائرة في البشرة ، وأما عناصر الخشب فانها تنمو نموها يسهل صعود العصارة .

وإذا وجد النبات في جو شديد الرطوبة يلاحظ فيه أن سلامياته طويلة وانصال أوراقه عريضة وبشرته مغطاة بطبقة رقيقة من الكيوتين ونسيج الخشب غير تام نموه الطبيعي إذ لا ضرورة له

ففي النباتات المائية التي ينمو منها جزء منغمساً في الماء وآخر طافياً فوقه نشاهد أن تركيبها الخارجي والتشريحي مختلفان فأوراق الجزء المنغمس مقسمة إلى شرائط وعديمة التغور ، وأوراق الجزء الطافي عادية تقريباً وثغورها على الأسطح العليا . وتشريح سوق النباتات المائية يدل على أن تركيبها الداخلي يلائم حياتها إذ يلاحظ أن بها فجوات لتخزين الغازات ، وعناصر الخشب ضعيفة جداً فلا يوجد بها قصبات وقصبات بالمعنى المعروف . وبشرة هذه النباتات مغطاة بطبقة رقيقة جداً من الكيوتين لا تمنع مرور الماء ، وليست وظيفة الجذور فيها امتصاص الماء لأن النبات يمتصه من جميع أجزائه .

وإذا أخذنا بادران من نبات السِّل Zilla spinosa ذات قوة واحدة وزرعنا بعضها في جو جاف ، والبعض الآخر في جو رطب نلاحظ أن البادران الأولى

تختلف الثانية في شكلها الخارجي وتركيبها الداخلي وفي سرعة إزهارها وإثمارها وتظهر قوة تأثير الرطوبة واضحة في الجنود فإذا وضع جنود نبات بالقرب من ورق نشاف مبلل بالماء يلاحظ عليه أنه يميل نحوها وذلك لأن جانب البعد عن الرطوبة ينمو بسرعة أكثر من الجانب القريب منها . وهذا ما يعبر عنه بالتحرك نحو الماء Hydrotropism

وفي باب البزور وإنباتها ذكرنا أن الأجنة لا تسقيظ من سباتها وتنمو لتعطى نباتات جديدة إلا إذا وجدت في جو رطب حتى ولو توفرت لها جميع الشروط في إنباتها

خامساً : تأثير الضوء Influence of light

يؤثر الضوء في نمو سوق النباتات تأثيراً عكسياً أي أنه كلما زاد الضوء كلما قل نمو السوق وعلى ذلك فإن نموها في الليل أكثر من نموها في النهار وفي الظلام أكثر منه في الضوء .

وقد وجد بالتجارب أن الطيف البنفسجي يؤثر في سرعة نمو النبات وأما الطيف الأحمر أو الأصفر أو الأخضر فقد يؤخر أحدها النمو فلو حفظنا نباتاً في الظلام مدة طويلة نشاهد أن أوراقه تصفر وتصبح أثرية مختزلة وسوقه يضاء مصفرة ذات سلاميات طويلة .

وتأثير الضوء ليس بقاصر على نمو النباتات الراقية فحسب بل إنه يؤثر على نمو النباتات الدنيا مثل الفطر والبكتيريا فقد وجد أن الفطر *Pilobus* ينمو نموه الطبيعي إذا عرض لضوء النهار ، وأما البكتيريا مثل *Bacillus typhoid* فتتعدم إذا تعرضت وقتاً قصيراً لضوء الشمس .

وتظهر قوة الفوتوتروبيزم Phototropism أو الهليوتروبيزم Heliotropism بوضوح في النباتات إذ لو حفظنا نباتات بين ضوءين مختلفي القوة يلاحظ أن المجموع الخضري لها يميل نحو الضوء القوي أي أن له ميل للضوء « قوة موجبه » Positive Phototropism ولكن الجنود والمحاليق الساقية أو الورقية على العكس إذ تميل عن الضوء أي أن لها قوة سالبة للضوء Negative Phototropism وكثير من الأوراق تتلون أعناقها وقواعدها لتجعل أسطح أنصافها العلوية موازية لأشعة الشمس الشديدة حتى لا يؤثر ضوءها في الكلوروفيل فتتفقد عملية التمثيل

الباب الرابع

علم البيئة النباتية

The Ecology of Plants

علم البيئة يبحث في علاقة النباتات بالوسط الذى تعيش فيه ولذلك يدعو إلى دراسة الشكل الخارجى والداخلى للنباتات وكذلك دراستها من الوجهة الفسيولوجية مما سبق عُرف أن الجنين له جذير Radicle ينمو متعمقا في التربة ليكون المجموع الجذرى وريشه plumule تنمو إلى أعلى معطية المجموع الخضرى وهذان المجموعان ينموان نمواً طبيعياً في أراضى الحقل والجو المناسب فثلاً نباتات القمح والفول والبرسيم وغيرها من النباتات تتكون لها جذور وسوق وأوراق عادية وتنتهى حياتها بتكوين الثمار والبزور .

وعندما يتغير البيئة من تربة وكمية مياه ودرجة حرارة وضوء وغير ذلك من التغيرات الحيوية يلاحظ أن النباتات يتغير شكلها الخارجى والداخلى وتأقلم بالأقليم الذى تعيش فيه .

مع العلم بأنه ينمو في البيئة الواحدة نباتات كثيرة تتبع عائلات مختلفة قد لا يوجد بينها أية صفة أو قرابة ولكنها جميعاً تحت تأثير تلك البيئة الخاصة تصبح متشابهة في الشكل الظاهرى والتركيب الداخلى . ولا يبقى من أعضائها ما يميزها ويضعها في عائلاتها إلا أزهارها التى تبقى محافظة نظاماً زهر العثة التى تنسب إليها وفيما يأتى نذكر التحورات التى تحدث للنباتات استعداداً لمقاومة ما تصادفها من التغيرات في البيئة التى تعيش فيها :

١ - النباتات الزبروفية Zerophytic plants

النباتات الزبروفية مع اختلاف أنواعها وعائلاتها لها تركيبها الخارجى والداخلى الخاص بها الذى يسهل لها امتصاص الماء من التربة أو من الجو وكذلك الذى يقلل التسرع ويحميها من الحيوان والضوء الشديد والحر اللافتح

سادساً : تأثير الجاذبية Influence of Gravitation

قوة الجاذبية نحو مركز الأرض تؤثر في كل شئ، ويظهر ذلك بوضوح في أعضاء النبات المختلفة فالجذر الأصل Main root ينمو نحو مركز الأرض أى أن به قوة موجبة للجذب Positive geotropism وأما السوق الأصلية فتميل عن مركز الأرض أى أن بها قوة سالبة للجذب Negative geotropism وأما الأفرع الجانبية للساق والجذر فأنها تنمو أولاً موازية لمركز الأرض قبل خروجها من الساق أو الجذر ، فإذا خرجت مالت نقطة نمو الأفرع الخضرية عن مركز الأرض ومالت نقطة نمو الجذور الثانوية إلى مركز الأرض

سابعاً : تأثير الغذاء

الغذاء سواء كان عضوياً أو غير عضوى له تأثير على نمو النباتات ويظهر مفعوله بوضوح في العفن Mould والبكتيريا التى تتنوع في أشكالها الخارجية وفي نموها تبعاً لتغير المزارع الغذائية . Nutrient media

ثامناً : تأثير الجروح Influence of Woundings

إذا جرح فرع نبات فإن الجانب المجروح يتعطل عن النمو وربما يقف عن النمو نهائياً مع أن الجانب الآخر يكون مستمراً في نموه الطبيعى ويتسبب عن ذلك انحناء الفرع في هذه المنطقة وإذا أصيبت قمة الجذر بعارض جرحها يلاحظ أن منطقة الاستتالة في الجذر تنحني لنبعد القمة النامية عن هذا العارض .



١ - النباتات الزيروفيتية (الصحراوية)

Zerophytic Plants

تميز: تمتاز الصحارى بوجه عام بقارية مناخها ومعنى هذا أن الفرق بين درجتي حرارتها ليلاً ونهاراً شتاءً وصيفاً كبير كما تمتاز برياحها السافية وعواصفها المدمرة لنباتاتها وبتعرضها للضوء الشديد - وتمتاز الصحارى المصرية خاصة بقلة أمطارها التي تسقط في فترة وجيزة شتاءً فتسبب على سفوح الجبال وتجتمع في الوديان. كما يرى فيها في بعض أيام الشتاء قليل من الضباب والندى. وهذه الصحارى لها نبات خاص يمتاز بصفات شكلية وتركيبية وليست هذه الصفات مقصورة على النباتات الصحراوية فحسب وإنما توجد أيضاً في نباتات أخرى تنمو في مناطق مختلفة وهذه النباتات تسمى بمجموعها بالنباتات الزيروفيتية *Zerophytes* وهذه النباتات الزيروفيتية أنواع منها:

١ - النباتات الصحراوية

٢ - النباتات التي تنمو على قمم الجبال العالية

٣ - النباتات التي تنمو في المناطق القطبية

٤ - النباتات التي تنمو في شواطئ البحار

٥ - النباتات التي تنمو في القاع الملحة

والسبب في اتحاد هذه النباتات الزيروفيتية في الصفات التركيبية والشكلية هو الجفاف وإذا نظرنا إلى ما تقدم نجد أن الجفاف نوعان

١ - الجفاف الطبيعي ويرجع إلى قلة الماء، في التربة كما في الصحراء

٢ - الجفاف الفسيولوجي وفيه يتعذر على النبات الحصول على المقدار الكافي من الماء مع وفرة في التربة وينشأ هذا الجفاف إما عن ارتفاع نسبة الأملاح في الماء وإما عن برودة التربة إلى حد يقل فيه نشاط بروتوبلازم الجذور فلا تمتص الماء.

أسباب تحول النباتات الزيروفيتية :

يمكن حصر العوامل التي تنشأ عنها تحورات النباتات الزيروفيتية فيما يأتي :

٢ - النباتات المائية *Aquatic plants*

والنباتات المائية بمناسبة معيشتها في وسط من الماء باستمرار يكون تركيبها الداخلي والخارجي موافقاً لبيئتها فمثلاً مجموعها الجذري يكون معدوم وإذا وجد لا يستعمل في امتصاص الماء لأن النبات يمتص من جميع جسمه وكذلك أوراقها وسوقها تتخالف تماماً وأوراق وسوق النباتات التي تنمو على اليابس وتركيبها الداخلي يسهل لها امتصاص الماء وتخزين الغازات المذابة فيه أيضاً وروورهاواتها تكون مغلفة بغلاف خشبي وفيها فراغات هوائية كثيرة تسهل لها العوم في الماء إلى أن تنهيها لها الظروف فتتمو .

٣ - المتسلقات *Climbing*

هي نباتات ضعيفة السوق ليس في مقدورها أن تستقيم بنفسها فتكون لها أدوات للتسلق على الدعام حتى تتعرض أوراقها الخضراء لضوء الشمس فتتمكن من تمثيل الكربون إلى مواد عضوية تغذى عليها .

وتسلق النباتات ترى فائدته في الغابات ذات الأشجار الضخمة المشتبكة أغصانها بعضها مع بعض فتحجب الضوء عن أرض الغابات والنباتات الضعيفة التي لا تقوى على القيام بنفسها فلأجل أن تتعرض للضوء والحرارة اللازمين للتمثيل الكربوني تتكون لها أدوات تتسلق بها على الأشجار الأخرى

٤ - النباتات آكلة الحشرات *Insectivorous plants*

وتأثير البيئة على النبات يظهر في النباتات آكلة الحشرات لأنها تنمو في أراض قليلة المواد العضوية ولذلك تتحول أجزاء منها لاقتصاص الحيوانات الصغيرة والحشرات وتمتص ما يذوب من أجسامها المتحللة المتعفنة

٥ - النباتات المتطفلة *parasitic plants*

وفي بعض الأحيان يلاحظ أن النبات يتخلو من مادة الكلوروفيل أو تكون بمقدار يسير جداً لا يكفي لتخليق ثاني أكسيد الكربون الجوي ولذلك تعتمد هذه النباتات على أخذ الغذاء من أجسام أخرى إما حية وإما ميتة وتعيش مع الاحياء معيشة العاشرة وتبادل المنفعة *Symbiosis* .
وستذكر كل مجموعة بالتفصيل فيما يأتي :

أولاً : الجفاف بنوعيه كما سبق

ثانياً : الرياح القوية

ثالثاً : الضوء الشديد

رابعاً : ارتفاع درجة حرارة الجو

لأن العوامل الثلاثة الأخيرة تستلزم كثرة التنتج والنباتات الصحراوية يصعب عليها الحصول على الماء فتنتج التنتج بتحورات كثيرة . ومع أنه قد يشترك في كثير من الأحيان غير عامل من العوامل السابقة في المناطق الصحراوية .

أنواع النباتات الصحراوية Kinds of desert plants

تنمو معظم النباتات الصحراوية في الوديان حيث تجتمع مياه السيول والأمطار وتتشاهد هذه النباتات في مجاميع متباعدة بعضها عن بعض تتخللها مساحات جرداء وهذه النباتات أنواع ثلاثة :

الأول : الأشجار وهي قليلة الوجود ويشاهد منها بعض أنواع السنط *Acacia*

والعبل *Tamarix* و النبق *Zizyphus*

الثاني : الشجيرات وهي كثيرة وتكون في الغالب خضنة كثيرة الأشواك مشتبكة الأغصان يظل بعضها بعضاً فيتكون منها شكل كرى تقريباً . ويرجع هذا الشكل الكرى إلى سبين :

(١) أن الحيوان الذي يعيش في الصحراء يتغذى على أطراف أفرع هذه النباتات حيث الأزهار الطرفية فإذا ما قضمت هذه الأزهار شجعت نمو الأزهار الجانبية فتتمو إلى أفرع وبذلك يكثر تفرع النبات من الداخل وهذا ما يعطيه الشكل الكرى (٢) الرياح الحارة الجافة التي تدبّل الأجزاء الطرفية في النبات وتجففها فتتمو الأزهار الجانبية كما في الحالة السابقة .

ونباتات النوعين السابقين معمرة وكثيراً ما تلجئ إلى وسائل مختلفة للحصول على المياه اللازمة والاحتفاظ به إلى وقت الحاجة إليه . وللتقليل من فقدانه بالتنتج الثالث : نباتات حولية وتنمو في فصل الربيع بين النباتات المعمرة وتبدأ

بنموها في الانبات عقب سقوط المطر في الخريف ثم تنمو نحو اسرعا لتتم أطوار حياتها في أقصر وقت ممكن قبل أن يلحقها فصل الجفاف .

وهذه النباتات الحولية تكون في العادة خالية من التحورات الخاصة بالنباتات الصحراوية لأنها تنمو في فصل تتوفر فيه المياه في التربة ولأنها تتم أطوار حياتها قبل حلول فصل الجفاف .

تركيب النباتات الصحراوية Structure of desert plants

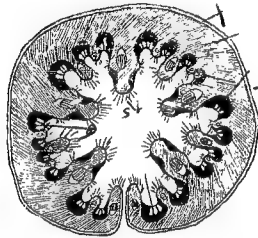
النباتات الصحراوية لها تركيب خاصة مرفولوجية وأخرى تشريحية وثالثة فسيولوجية بعضها خاص بتقليل التنتج والآخر بامتصاص الماء والثالث لتخزين الماء والرابع لدفع غوائل الحيوان وستوضح فيما يلي :

(١) تركيب النباتات الصحراوية الخاصة بتقليل التنتج :

أولاً : التشريحى Anatomy

- (١) البشرة ذات جدار خارجي ثخين ويغطي بطبقة نخنية من الكيوتين
- (٢) تغطي بشرة بعض الأوراق طبقة من الشمع والراتنج كما في الودنة أو بمادة سيليسية كما في النجيلات وأما السوق والجذور فإنها تغطي بالفلين
- (٣) الثغور قليلة العدد ضيقة وقد تغطي بمادة شمعية راتنجية تمتد حتى تغطي الورقة كلها فيمتنع التنتج بالمرة ويبقى النبات في حالة سكون إلى أن يعود فصل المطر كما في نبات اللصف *Capparis* وقد تكون الثغور متعمقة في السطح السفلي من الورقة مفردة أو مجمعة في فجوة في هذا السطح كما في الدفلة *Nerium* شكل ١١٠ أو تحتد الخلايا المجاورة للثغور بقاء عليها تجعلها بعيدة عن الهواء
- (٤) الشعيرات : تغطي السوق والأوراق بشعيرات وبرية كثيفة تمتلئ من المبدأ بالهواء وهذا ما يعطي النبات اللون الأشهب الذي يعكس أشعة الشمس فيمنع الحرارة الشديدة عن النبات كما في الراخى *Convolvulus lanatus* وقد يغطي النبات بقشور من كربونات الكالسيوم تمنع التنتج أو تقلله كما في نبات القلطيق *Statice pruinosa*

(٤) النصل قصير أثنى والعنق يتفططح ويأخذ شكل الورقة للتمثيل كما في



بعض أنواع السطش شكل ١١١

(٥) سطوح الأوراق تضمر وذلك بـ

لأنها تلف بشكل الأنبوبة كما في نبات

الكلامح وسطش شكل ١١٢

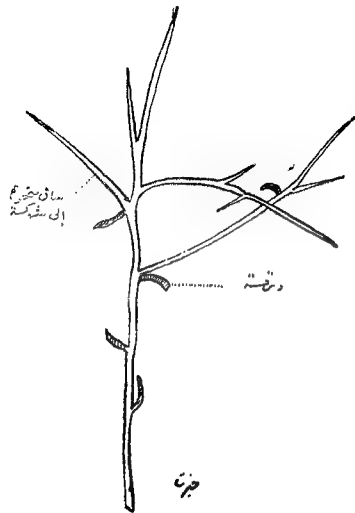
(٦) الأوراق الخضراء صغيرة جلدية

وعصيرها الخلوي قليل

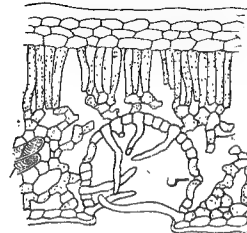
(٧) قد تسقط الأوراق العادية في فصل

الجفاف كما في السل Zilla . شكل ١١٣

أو الشبت الجبلي Pithyranthus يشتمل على المادة الخضراء (د) شعيرات



شكل ١١٣ - نبات السل لاحظ تحول ورقة الساق إلى شوكة



شكل ١١٠ - قطاع عرضي في ورقة

الدقلة لاحظ الفجوة (س) الثغر

(٥) الفجوات البينية . ضيقة وصغيرة

(٦) يوجد نسيج اسكلايرنشي

تحت بشرة الساق مباشرة كما في نبات

الكازورينا Casuarina

(٧) قد يغلو النسيج الميزوفيل في

الأوراق من الخلايا الاسفنجية

إذ كل الخلايا بين البشرة السفلى والعليا

عمادية كما في نبات اللصفه Capparis

ثانيا : التركيب الخارجي Morphology

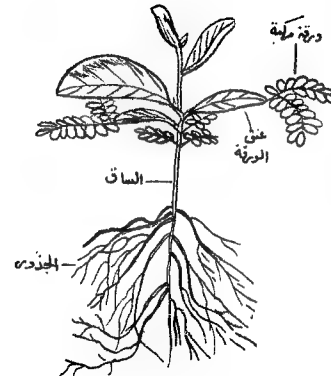
(١) أفرع هذه النباتات متشابهة متزاخمة فلا يمكن لضوء الشمس أن ينفذ

خلالها وهذا ما يقلل التتح أو يعدمه بالمره

(٢) تلتوى الورقة حتى لا تقع عليها أشعة الشمس عمودية كما في الكافور

(٣) تتراكب الأوراق بحيث يظل بعضها بعضا فتقل بذلك مساحة أسطحها

المعرضه للشمس كما في الصبار



شكل ١١١ - لاحظ تفططح العنق

أو تنمو إلى أوراق حشوية وتحور السوق إلى شكل أوراق خضراء تبعاً لذلك لإجراء عملية التمثيل كما في العائلة الشوكية . Cactaceae والعائلة السوسية Euphorbiaceae (٨) أن لا توجد على النبات أوراق كما

في الرثم Retama

(٩) وقد يكون النبات مصحوباً بأشواً ملجئة وهذه الأشواً إما محورة عن سوق كما في السسل Zilla Spinosa والعقول في السسل Alhagi maurorum وإما محورة عن أذنين كما

في السسل شكل ١١٤ أو عن أوراق كما في البربريس Berberis شكل ١١٥ أو عن جذور كما في نوع من التخليل

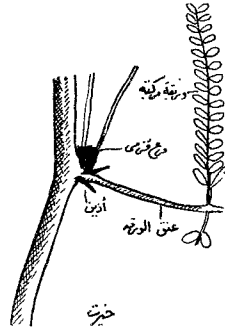
(١٠) أن تنطبق وريقات النبات وقت القيظ كما في السنامكي Cassia angustifolia والفتاد Astragalus

(١١) أن تموت أجزاء النباتات الخضراء في فصل الجفاف وتبقى منها الأجزاء المدفونة تحت سطح الأرض حافظة حياتها كالدرنات والابصال والكورمات والريزومات شكل ١١٦

(١٢) أن تتكون زيوت طيارة تنتشر في الجو المحيط بالنبات فتمنع نفاذ الحرارة بسهولة فيقل التحك كما في الشيح Artemisia والبعثران Achillea

٢ - التركيب الخاص بالحصول على الماء

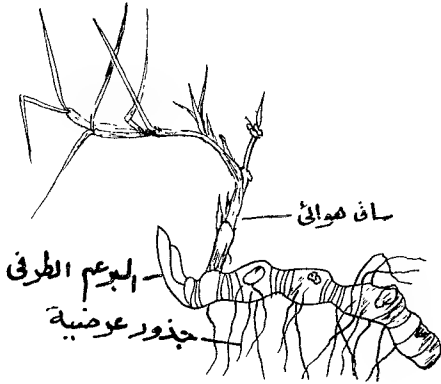
(١) النباتات الزيروفيتية لها جذور كبيرة الحجم تتفرع في التربة وتعمق في مسافات بعيدة فبذلك تشغل حيزاً كبيراً من التربة لتمتص منها الماء



شكل ١١٤



شكل ١١٥



شكل ١١٦ - ريزوم النجيل

(٢) خلايا النباتات الزيروفيتية تكون في العادة ذات ضغوط أسموزية كبيرة لاحتوائها على عصارات مركزة جداً وهذه الضغوط قد تزيد عن مائة جو كما في نبات المليح Beaumuria الذي ينمو في شقوق الصخور ولهذا السبب تستطيع هذه النباتات أن تمتص أقصى كمية ممكنة من الماء الموجود في التربة حتى لو احتوى على نسب كبيرة من الأملاح المذابة فيه .

(٣) تغطي سوق وأوراق بعض النباتات بخلايا خاصة تمتص الرطوبة الجوية وماء الندى كما في نبات اليق Diplotaxis acris

٣ - التركيب الخاص بتخزين الماء

يخزن النبات الماء الراكد إلى وقت حاجته في أجزاء منه :

(١) الأجزاء الأرضية كالجذور والريزومات والابصال والكورمات والدرنات .

(٢) السوق الهوائية كما في التين الشوكي Opuntia

(٣) النسيج المتوسط للأوراق كما في حي العلم Zygophyllum والصبأ Aloe

وسلاميات وعلى العقد يلاحظ نمو جذور عرضيه من قواعد الأوراق كما في نبات البستيا *Pistia* شكل ١١٧ والايكوريا وغيرها .



شكل ١١٧ - نبات البستيا لاحظ تركيبه

٢ - الورقة Leaf

تكون الأوراق المغمورة تحت سطح الماء شريطية الشكل ومجزأة إلى خيوط دقيقة في حين أن الأوراق التي في الهواء أو التي تطفو على سطح الماء يكون شكلها اعتيادياً شكل ١١٨ وبعض الأوراق يكون سمكها طبقة واحدة من الخلايا محتوية على الكلوروفيل كورقة الألوديا *Elodea* وبعضها يكون مكون من طبقتين أو ثلاث

٣ - الجذر Root

لا يوجد للنباتات المائية جذور أصلية *Tap root* وإذا وجدت فانها تكون عرضية وظيفتها التثبيت لا الامتصاص وليس لها شعيرات جذرية لأن النبات المائي يمتص غذاءه من الماء والأملاح اللازمة له بكل سهولة من الوسط الذي يعيش فيه بجميع أعضائه من ساق وأوراق أما إذا كان النبات متصلاً بالطين فنمو له شعيرات تحل محل الجذور إلا أنها تستعمل للتثبيت أيضاً لا للامتصاص كما في نبات *Zannichellia*

(٤) تزداد خلايا البشرة حجماً وتخزن فيها المياه كما في نبات الثلج *Mesembryanthemum* sp.

(٥) التركيب الخاص بالوقاية من الحيوان

نباتات الصحارى عددها قليل وهي معرضة باستمرار لجور الحيوان ولذلك فانها متحورة بتحورات عدة لتقي نفسها من ضرر الحيوان منها :

(١) تغطي أوراق وسوق النباتات حتى ونوراتها وثمارها بالأشواك كما في خشير *Echinops Spinosis* أو تكون أطرافها حادة تشبه الشوكة كما في السل *Zilla Spinosa*

(٢) تغطي بأوبار صلبة كما في الحرافه *Urtica* والكليم *Cleome arabica*

(٣) رسوب مادة سيليسية على جدر الخلايا تزيد في صلابتها كما في معظم النجيليات وبوجود السيليس بكثرة على حواف الأوراق والسوق فتجعلها حادة كصنل السكين تخزن الحيوان الذي يحاول التهامها بالجرارح

(٤) وجود بلورات إبرية داخل خلاياها إن أكلها الحيوان تلتصق في أنسجته وتسبب له آلاماً شديدة

(٥) احتواء النبات على مواد مرة أو مواد قابضة أو سامة وزيت طيارة كما في كثير من النباتات العصيرية الخالية من الأشواك التي لا تقرها الحيوانات رغم كثرة احتوائها على العصارة .

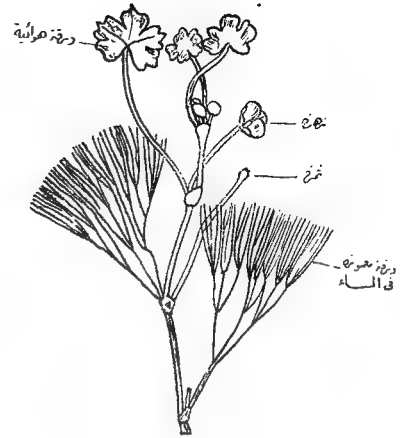
٢ - النباتات المائية

Hydrophytes

تظهر العلامة بين النبات وبيئته جلياً في النباتات المائية الراقية فيشاهد ان كل أعضاء النبات تحورت تبعاً لمعيشته المائية :

١ - الساق Stem

تكون ساق النباتات المائية عادة ضعيفة وقابلة للثني ومقسمة إلى عقد



شكل ١١٨ - نبات من العائلة الشقية
لاحظ اوراقه المغمورة بالماء والاوراق الطافية

٤ - النمو الخضري Vegetative Reproduction

إذا قطع أى جزء من ساق النباتات المائية فإنه ينمو ويكون نبات جديد وكذلك يتفرع النبات ثم تموت الساق الأصلية وتتجمل وتنفصل الأفرع ويتكون من كل منها نبات جديد وكذلك تنمو البراعم الطرفية Terminal Buds خصوصاً الشتوية منها في الأوقات المناسبة لنموها وأيضاً تتكاثر النباتات المائية بالبراعم الجانبية والريزومات الخ.

٥ - التلقيح Pollination

يحدث التلقيح في النباتات المائية بطرق مختلفة ففي الأحوال التي تظهر فيها الأزهار فوق سطح الماء يحدث التلقيح غالباً بواسطة الحشرات كما في البشنين أو بالهواء كما في البوتاموجيتن والنباتات المائية التي تبقى أزهارها تحت سطح الماء

فالتلقيح بالماء كما في لمح الناقه Zannichellia أما نبات Zostera الذي يعيش تحت سطح الماء فحجوبه اللقاحية خيطية مستطيلة وليس لها غطاء خارجي وكثافتها النوعية مثل كثافة الماء الموجودة به وبذلك تتحرك من أقل حركة للنبات فتلاصق المياهام ويحصل التلقيح وقد يحدث التلقيح فوق سطح الماء إذا كانت كثافة حبوب اللقاح أقل من كثافة الماء مثل نبات Ruppia الذي يكثر وجوده في مياه مصر المالحة وعلى العموم فلهنه النباتات مياهم كبيرة تتنافى حبوب اللقاح التي تكون عادة خيطية رفيعة كما في نبات البوسيدونيا او مستديرة يتصل بعضها ببعض على شكل سلاسل فتتمكن بذلك من أن تتلف حول مياهم الأزهار عند ما تقابلها ولا تنفصل عنها بسهولة .

٦ - البيات الشتوى Winter Sleeping

تنخفض درجة المياه كثيراً في المناطق الباردة أثناء الشتاء فيمتد على النباتات أن تستمر في النمو وتلجأ إلى السون وتكون عليها أضرار أو درنات أو سوق أرضية يدخر فيها الغذاء وتنمو منها نباتات جديدة عند ما ترتفع الحرارة أما النباتات الطافية مثل عدس الماء Lemnna فإنها تهبط إلى القاع وتستقر هناك حتى تحسن الأحوال فترتفع ثانية .

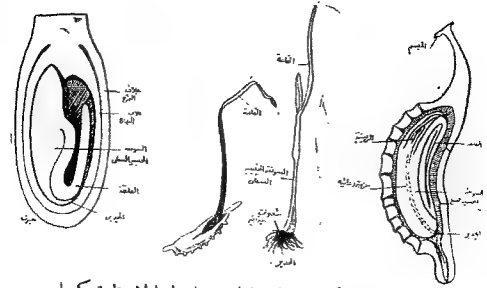
أما في مصر فبالنسبة لاعتدال الحرارة في الشتاء فإنه يندر أن تقف النباتات المائية عن النمو .

٧ - الثمار Fruits

أما الثمار فهي من نوع البندقة أو الحصلة لها جدار خشبي لحماية الجنين من التلف شكل ١١٩

٨ - البزور Seeds

أما بزور النباتات المائية ذات الفلقة الواحدة ليس لها اندوسبرم يحيط بالجنين ولا يخزن الغذاء في الفلقة ولا في الجذير وإنما يخزن في السويقة الجنينية السفلى



شكل ١١٩ - ثمار النباتات المائية وبادراتها لاحظ تركيبها

٩ - البشرة Epidermis

البشرة ذات خلايا جدرها رقيقة خصوصا الخارجية منها خالية من الثغور محتوية على البلاستيدات الخضراء ، وقد توجد طبقة رقيقة من الكيوتين Cutin أو لا توجد بالمرّة وهو الغالب فيمر الماء وما يذوب فيه من الأملاح بسهولة خلال خلايا البشرة إلى أنسجة النبات الداخلية

١٠ - النسيج التمثيلي Assimilatory tissue

لا يمكن تقسيم خلايا الميزوفيل إلى خلايا عمادية Pallisade cells ولا خلايا إسفنجية Spongy cells بالمعنى المعروف في النباتات التي تنمو على اليابس ولا توجد ثغور في العادة على الأجزاء المغمورة أما الأوراق الطافية فتوجد الثغور على سطحها العلوى فقط وتوجد على كلا السطحين في الأوراق الهوائية .

١١ - النسيج المقوى Mechanical tissue

ان هذا النسيج الميكانيكي المكون من الخلايا الاسكليرنشيمية وغيرها غير معروف في هذه النباتات وإذا وجد فانه يكون على حالة خلايا كولنشيمية تستقر في المركز لتقاوم قوة الشد

١٢ - النسيج الماصى Absorbing tissue

تمتص هذه النباتات الماء والأملاح الذائبة فيه بجميع أجزائها

١٣ - النسيج الناقل Conductive tissue

الحزمة الوعائية فجوة في الوسط محوطة بخلايا بارنشيمية ونسيج اللحاء هذه الفجوة قناة طويلة تمثل الخشب وتنتج من تكسير وذوبان عناصر البروكسيوم إذ أن النبات المائى ليس في حاجة إلى عناصر الخشب المعتادة لعدم حاجته إلى أنابيب خاصة لرفع العصارة ولكنه في حاجة شديدة إلى نسيج موصل المواد العضوية المكونة بالتمثيل الضوئى إذا لا بد له من نسيج اللحاء المكون من أنابيب غربالية وخلايا بارنشيمية .

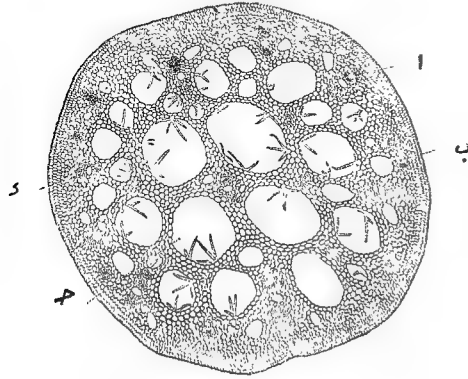
١٤ - النمو الثانوى Secondary growth

النباتات المائية خلية من الكامبيوم الذى يولد النمو الثانوى والذى يولد الفلين لأن الفلين يعوق مرور الغازات والماء خلالها مع أن النباتات المائية تمتص ماؤها من جميع الأجزاء كذلك لاجرة لهذا النسيج الميكانيكى لأن النباتات المائية عرضة للثنى والمد الحاديين من التيارات المائية

١٥ - الفراغات الهوائية Aerenchyma

الفراغات الهوائية تكون ٨٠٪ و ٩٠٪ من النباتات المائية وهي ممتلئة بالغازات وتجعل النبات قادراً على العوم في الماء ولما كان الأكسجين أقل ذواتنا في الما من ثانى أكسيد الكربون كان النبات المائى أكثر احتياجاً إلى الأول من الثانى ولذلك كان الأكسجين الذى ينطلق بعد عملية التمثيل الضوئى يخزن في المسافات الهوائية وينتقل من خلية إلى أخرى في النبات ليستعمل في التنفس غير المباشر Indirect respiration

البوتاموجيت فانها تشابه الحزم في النباتين السابقين وتخالفها في العدد إذ عددها ثمان أما أنسجة عنق البشنين فانها تختلف جميع ما سبق إذ ترى أن الحزم الوعائية منتشرة في النسيج الاساسى الذى يشتمل على كثير من الفراغات الهوائية وبه خلايا نجمية Sclerotic cells شكل ١٢١



شكل ١٢١ - قطاع عرضى فى عنق البشنين
(ا) حزمة وعائية (ب) فراغ هوائى (>) فراغ هوائى (د) حزمة وعائية

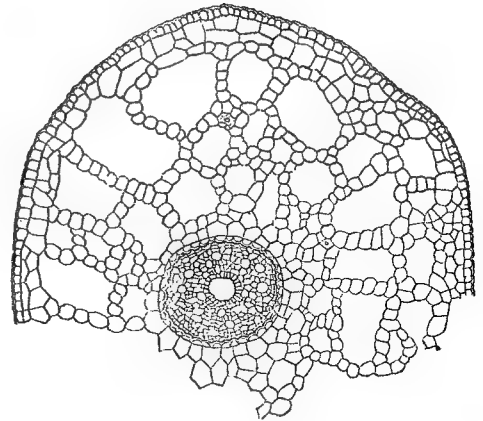
٣ - النباتات المتسلقة

Climbing plants

لهذه النباتات تحورات خاصة تدعى إلى الحصول على أكثر مقدار ممكن من الضوء وتوجد بكثرة بين أشجار النباتات حيث تشبك الأغصان ويلتف بعضها ببعض فيصعب أو يمنع نفاذ الضوء خلالها إلى أسفل فيكون التساق في هذه الحالة وسيلة لوصول النباتات إلى الضوء اللازم لحياتها وللنباتات المتسلقة التي تنمو في الغابات الكثيفة في المناطق الحارة سوق خشبية ضخمة أما سوق المتسلقات العادية فرفيعة ضعيفة

تشريح سوق النباتات المائية

إذا قطعت قطاعاً عرضياً في ساق نبات مائى مثل البوتاموجيت Potamogeton والسيراتوفلم Ceratophyllum شكل ١٢٠ أو الألوديا Elodea أو فى عنق البشنين Nymphaea فانك تلاحظ أن البشرة تتكون من خلايا رقيقة الجدر ولا يكسوها من الخارج إلا طبقة رقيقة أيضاً من الكيوتين لا تمنع مرور الماء من الغازات وتتكون القشرة من نطاق واسع من الخلايا البارنشيمية يتخلله فراغات هوائية Lacunae واسعة وتحد القشرة من الداخل بخلايا الأندوديرمس Endodermis أما الحزم الوعائية من نوع الحزم المركزية Concentric Bundles

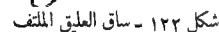


شكل ١٢٠ - قطاع عرضى فى ساق السيراتوفلم لاحظ تركيبه

كما في نبات السيراتوفلم والألوديا ويمثل الخشب بفجوة في الوسط يحيط بها خلايا بارنشيمية ثم يوجد اللحاء المحيط بالخشب ويتكون من أنابيب غربالية وخلايا بارنشيمية وبين اللحاء والأندوديرمس خلايا البريسكيل أما الحزم في حالة

أولاً : الالتفاف Twining

يتسلك بعض النباتات بوساطة التفاف سوقها حول الدعامة وذلك بأن تتحرك أطراف السوق حركة دائرية واسعة النطاق فإذا لامست الدعامة التفت حولها مثل الفاصوليا والعليق شكل ١٢٢ وتسمى هذه النباتات بالنباتات المتلفة



ثانیا : الأشواك Thorns

يتسلق بعض النباتات بواسطة أشواك خطافيه الشكل تنمو من سوقها فتصق بالدعامه مثل بعض أنواع الورد المتسلق

ثالثاً: الجذور Root

يتسلق بعض النباتات بالجذور وذلك بأن تنمو من سوقها جذور عرضية

تتجه بعيدا عن الضوء وتدخل في
الشقوق التي توجد في الدعامة وتلتصق

بها بطرق مختلفة كما في نبات الأبنى
(جبل المساكين) شكل ١٢٣

Tendrils رابعا: المحالِق

المحاليق أعضاء خاصة للتساق تتحول
في أجزاء مختلفة من النبات فهي إما أن
تكون

(١) أوراقاً متحورة كما في بعض أنواع البازلاء

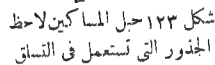
(۲) وریقات متحورة كما في البازلاء.
شكل ۱۲۴

(٣) سوقا متحورة كما في الغنب
شكل ١٢٥ والانتيجونن Antigonon

وللمحاليق أطراف حساسة تلتوى
بسرعة إذا لامست جسماً خشناً فتقبض
عليه وتجذب النبات المتسلق نحوه وقد
تنمو وتتخشب بعد ذلك

وتتمتاز النباتات المتسلقة بصفات
تشرحة كما يأتي:

خشب المسلكات يمتاز بأوعيته
الواسعة وكذلك اللحاء له أنابيب غرابية
واسعة لتسهيل تحرك العصارات في سوقها
الطويلة المتعرجة.



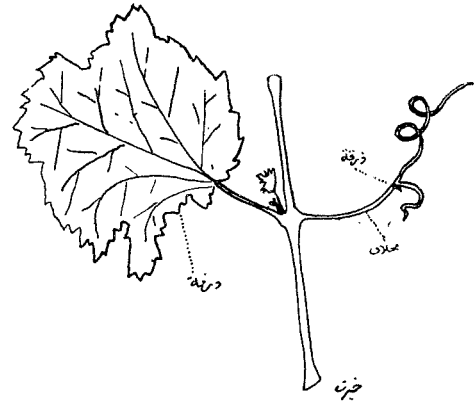
شكل ١٢٤ - البازلاء لاحظ الوريقات
المتحورة إلى شكل محالق

الشديدة منفردة أو مع الحامل Support فإذا ما كسر فرع مثلا أو سقطت جميع الشجرة بما عليها من المتسلقات فإن مرونة سوق الأخيرة ومثانتها مجتمعين يقيانها من الكسر

وكذلك إذا انفلت النبات من حامله جاريا على الأرض تظهر عليه تجمعات وانحناءات أو قد يلتوى على نفسه عدة مرات وهذا هو فعل المرونة والمثانة أيضاً وأن هاتين القوتين المرونة والمثانة تجعل المتسلقات وخصوصاً المدلاة منها من الحوامل أو التي تكون متصلة بها بمحاليق ذات مثانة شديدة لتقاوم قوى الشد والتمزيق Pulling and shearing strains الناتجين عن النمو الثانوى فى الحامل أو عن الرياح لأن سوق الحوامل عند ما تزداد فى الغلاظ الثانوى تضغط على ساق المتسلق عرضيا وتسبب له تمزيقا لو لم يكن مزوداً بهاتين القوتين .

ويحدث التغليظ فى سوق النباتات المتسلقة بطرق عدة منها :

١ — يعطى الكامبيوم فى المبدأ الخشب واللحاء كالمعتاد ولكنه سرعان ما يُكوّنُ الخشب واللحاء بنسب مختلفة ومن نقط مختلفة من محيطه كما يظهر فى النباتات الواقعة تحت العائلات الآتية Malpighiaceae, Apocynaceae, Bignoniaceae فى ساق البجنونيا أجوسكاقي ينمو الكامبيوم كالمعتاد مبدئياً أى يعطى خشبا داخليا ولحاء خارجيا ثم سرعان ما تتغير طبيعته ويعطى من جزء من محيطه فى نقط أربع متصالبة خشبا ثانويا بنسب أقل مما يعطيه لحاء ثانويا ولذلك تصبح الاسطوانة الخشبية فى المقطع العرضى متعارضة بأربع فجوات طولية ضيقة ممثلة بعناصر اللحاء الثانوى وهذه الفجوات تزداد فى العمق كلما زاد الساق فى النمو الثانوى وكذلك الكامبيوم يتفصل إلى أجزاء ثمانية أربع منها وهى الكبيرة فى المحيط تكون خشبا ثانويا لجهة الداخل وأما الأربع الضيقة التى تكون فى قاعدة الفجوات تغطى لحاء ثانويا لجهة الخارج وأخيرا وفى النهاية يظهر اللحاء الثانوى فى أربع أضلاع متصالبة وكذلك الخشب الثانوى يصبح متصالبا أيضا شكل ١٢٦ ومع أن الفجوات فى نوع خاص من النباتات البجنونية تستمر أربعة متصالبة



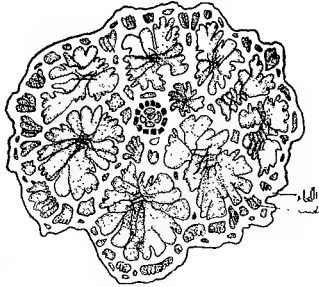
شكل ١٢٥ - نبات الغنبد

النمو الثانوى فى سوق المتسلقات

Secondary growth of Liane stems

يكون تركيب سوق المتسلقات الطويلة على نظام الأسلاك والحبال المجدولة وهذا التركيب المجدول الذى يجمع ما بين المرونة والمثانة لا يمكن تحقيقه إذا كانت الاسطوانة الخشبية على هيئة كتلة صماء بل على النقيض يجب أن يتكون خشب من حزم منفصلة يتلوى بعضها البعض ولا بد لتحقيق هذه الحالة الضرورية من انقسام الاسطوانة الخشبية إلى حزم يتفصل بعضها عن البعض انفصالا تاما بتداخل أنسجه لينة بينها وانفصال الخشب هكذا تركيب تشريحي عام فى سوق جميع المتسلقات ولو أنه يحدث بطرق مختلفة عديدة

مما سبق يتضح أن القوة الميكانيكية فى سوق المتسلقات يجب أن تختلف اختلافا تاما عن مثيلتها فى سوق النباتات العادية لأنها وخصوصا الطويلة منها يجب أن تكون قابلة للتنى حتى تتخلص من الكسر أو الشرخ عند ما تحركها بعنف الرياح

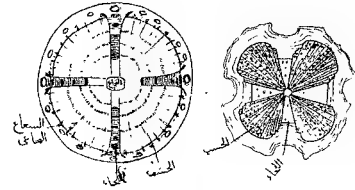


شكل ١٢٨ - قطاع عرضي في ساق البوهينيا
الخشب منقط واللحاء والخلايا البارنشيمية بيضاء

بخلايا خاصة أخرى مرستيمية وقد تنمو حزم خشبية أخرى بين الحزم الأولى ولذلك يظهر الساق في القطاع العرضي أنه ذو تركيب معقد تعقيدا كثيرا ولذلك يوجد شبه عظم بين هذا الساق والجبل الغليظ لأن الخلايا البارنشيمية التي بين حزم الخشب يتكون منها خلايا مولدة أخرى تسمى بالكامبيوم الفليني (فلوجين) Phellogen تعطي فلين حتى يظهر الشكل الخارجي للساق أنه مقسم إلى عدد من الحزم الخشبية الطولية وأن كل حزمة خشبية مغلفة بطبقة من الفلين ومنسوجة معها كليا أو جزئيا في حالة معقدة

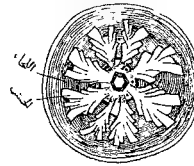
٣ - سوق النباتات سرجانيا *Serjania* وبولينا *Paullinia* ثينانيا *Thinania* وغيرها تشتمل من المبدأ على عدة حلقات كامبيومية تظهر في القطاع العرضي للساق مرتبة بأشكال مختلفة شكل ١٢٩ أى توجد دائرة من الكامبيوم في الوسط تعطي لحاء وخشبا كالمعتاد وتحيط بها دوائر صغيرة من الكامبيوم بالقرب من السطح تعطي كل منها حزما وغائية معقدة وفي النادر لا توجد دائرة الكامبيوم المركزية ولكن توجد خمس أو سبع دوائر كامبيومية بالقرب من السطح

قال استراسبرجر *Strasburger* معللا النمو الثانوي في نبات *Serjania* أن الحزم الوغائية الأولية تكون مرتبة ترتيبا غير منتظم من المبدأ إذ تكون مرتبة



شكل ١٢٦ - قطاع عرضي في ساق البوهينيا
لاحظ الخشب المتصلب واللحاء المتصلب

إلى النهاية إلا أن بعض الأجناس تظهر في سوقه فجوات ثنائية وثالثة ورابعة بالتتابع

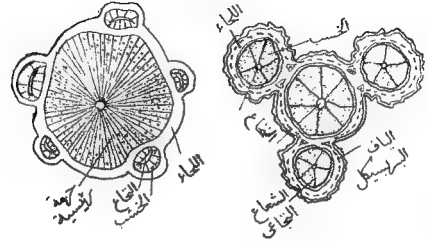


لأن الكامبيوم يصبح غير عادي في نقط كثيرة من محيطه فيعطى خشبا ثانويا بنسب أقل من إعطائه عناصر اللحاء الثانوي وهذا العمل يكون في فترات مختلفة حتى أن اللحاء يصير متدرجا كما في الشكل ١٢٧

وفي نباتات خاصة من عائلات شكل ١٢٧ - قطاع عرضي في ساق
Bignoniaceae, Malpighiaceae تصبح المبدأ لاحظ الخشب واللحاء المتدرجين

عناصر الخشب في كتل منفصلة بعضها عن بعض بالتغيرات الثانوية التي تحدث في بارنشيمة الخشب واللحاء فينفصل الخشب الأولي بعضه عن بعض بكتل الخلايا البارنشيمية التي تتكون من النمو الثانوي البيني : وقد رأى العالم شنك *Schenk* أن هذه الخلايا البارنشيمية (تكون ذات جدر غير ملجئة وفي أحوال قليلة تحتوى جدرها على لجنين) تنشأ من البارنشيمة التي تصحب الأوعية أو التي تُكوّن الأشعة النخاعية

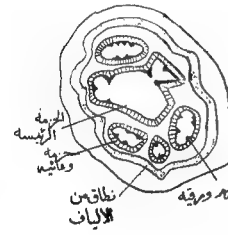
٣ - رأى فاربرج *Warburg* في ساق البوهينيا *Bauhinia* أن منشأ هذه الخلايا البارنشيمية البينية *Dilatation parenchyma* هو خلايا اللحاء البارنشيمية التي تنقسم وتصبح مرستيمية وتنمو وتتداخل بين عناصر الخشب وتفصله إلى كتل كما في شكل ١٢٨ وتنمو حزم الخشب المتفصلة أيضا نموا ثانويا



شكل ١٢٩ - قطاع عرضي في ساق السرجانيا

في دائرة كثيرة الانقباضات فعند ما يبدأ النمو الثانوي ويتكون الكامبيوم البين الحزمي يعطى لحاء ثانويا جهة الخارج وخشبا ثانويا جهة الداخل يتصل الكامبيوم الأولي Primary Cambium عند الانقباضات وتتكون عدة دوائر منفردة وبعد ذلك ينمو كامبيوم كل دائرة نموا عاديا فيعطى خشبا ثانويا جهة الداخل ولحاء ثانويا جهة الخارج

اتفق الباحثون في آرائهم ومن بينهم العالم ناجلي Nageli وعللوا النمو الثانوي في نبات Serjania وقالوا إن دائرة الحزم الأولية لأنار الأوراق تنعمق قليلا أو كثيرا في نقط محدودة من دائرة البروكبيوم فتعمل بمجاميع منفردة من الحزم

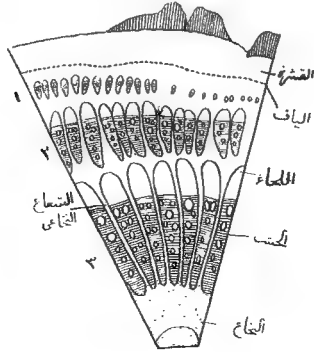


شكل ١٣٠ - قطاع عرضي في ساق السرجانيا

إلى الانفصال عن الدائرة الأصلية حتى في هذا الطور المبدي وعند ما تتصل حزم الكامبيوم بعضها ببعض ينمو الكامبيوم البين الحزمي وتتكون أسطوانة وعائية إذ تنمو المجاميع المنقبضة كدوائر مستقلة وينتهي الأمر بتكوينها عدة أسطوانات وعائية وبعد ذلك تنمو كل طبقة من الكامبيوم منفردة نموا عاديا وتعطى لحاء ثانويا في الخارج وخشبا ثانويا في الداخل

شكل ١٣٠

٤ - النموذج الآخر الذي يحدث في النمو الثانوي الشاذ الموجود في سوق المتسلفات ينتج من أن الكامبيوم الأولي يعطى لحاء وخشبا كالمعتاد ثم يقف نشاطه نهائيا وتتكون طبقة جديدة أخرى مرستيمية من الخلايا البارنثيمية التي تحيط بالحزم الأولية لتكون حزما وعائية ثانوية وربما تكرر هذه العملية عدة مرات شكل ١٣١



شكل ١٣١ - قطاع عرضي في ساق التينم Gnetum

(١) حزم صغيرة (٢) حزم أكبر منها (٣) حزم أكبر من الثانية

وقد يتكون النسيج المرستيمي الثانوي من نسيج القشرة الأولي Primary cortex كما في نبات العائلة Menispermaceae والوستاريا Wistaria والرينكوزيا Rhynchosia أو من خلايا اللحاء الثانوي كما في البوهينيا (خف الجمل) Bauhinia ويتم

Gnetum والعليق Convolvulus والأيوميا Ipomoea والأرجيريا Argyreia

٥ - لاحظ العالم سانو Sanio في ساق التيكوماراديا كانز Tecoma radicans أن الكامبيوم الثانوي ينشأ من النسيج البارنثيمي داخل دائرة الخشب الأولية وهذا الكامبيوم يعطى لحاء لجهة الداخل وخشبا للخارج وقد وجد العالم سكوت

Scott وبرنر Brebner هذه الحالة عينا في سوق نبات Wtlughberia firma (Apocynaceae) والبربلوكا جريكا (Periploca graeca (Asclepiadaceae)

وبالجملة يلاحظ أن سوق المتسلقات يختلف اختلافاً بيناً حتى في الشكل الخارجى عن سوق الأشجار الخشبية التي تنمو مستقيمة إذ يلاحظ أن هذه النباتات المتسلقة مثل الرينكوزيا والبوهينيا والدليرجيا Dalbergia لها سوق شريطية منبسطة وهذا الشكل الخاص ينتج عن توزيع نشاط الكلوروفيل في الأوراق وفي أحوال أخرى ينتج عن ظهور طبقات الكلوروفيل المتناوبة وهذا الشكل الشريطي يسهل للتسلقات الالتواء حول حاملها أكثر مما لو كان أسطوانياً

٤ - النباتات الطفيلية والرمية

Parasitic and Saprophytic Plants

للنباتات عادة مجموعتان خضري وجذري فالأول بما يحتويه من المادة الخضراء في أوراقه وسوقه يقوم بمثل ثلث أكسيد الكربون الجوي فتنتج المواد الكربوهيدراتية التي إما يستنفدها النبات في بناء جسمه أو تخزن لوقت الحاجة وأما الثاني فإنه يقوم بامتصاص الماء والأملاح الذائبة في الأرض .

أنواع النباتات الزهرية الطفيلية :

توجد نباتات أخرى غير الفطر وأنواع البكتيريا وأنواع قليلة من الطحالب يتغذى عليها بل يتمتع أن تبني نفسها بنفسها لعدم وجود المواد الخضراء في جسمها أو لأن المجموع الجذري غير كامل فلا يمكنه أن يمتص الماء من التربة وهذه النباتات التي تعتمد على غيرها في معيشتها إما أن تكون متطفلة Parasitic أو ناقصة التطفل أو مترعة Saprophytic

(١) النباتات المتطفلة Parasitic Plants هي النباتات التي تكون خالية من المادة الخضراء وغير مزودة بمجموع جذري كامل وتأخذ غذاءها جميعه من معدنى وعضوى من العائل الحي Living Host

(٢) ويوجد نوع آخر يكون له أوراق خضراء فيمكنه أن يجهز المواد العضوية من الهواء الجوي وأما الماء والأملاح المذابة فيه فتعتمد في الحصول عليها من العائل وهذا النوع يسمى النباتات الناقصة التطفل . Half Parasitic Plants

(٣) النباتات الرمية Saprophyte لها خواص النباتات المتطفلة إلا أنها تعيش على أجسام عضوية ميتة وهي بقايا الكائنات الحية .

صفات النباتات المتطفلة والرمية

١ - الأوراق إما أن تكون معدومة بالمرّة أو تكون حشفية وقد توجد فيها المادة الخضراء ولكن بدرجة قليلة جداً لا تكفى لأداء عملية التمثيل - وهي أيضاً لا تساعد في عملية التمثيل .

٢ - الساق تكون ضامرة صفراء اللون كما في الحامول أو صفراء شحمية كما في المالك .

٣ - مجموعها الجذري يكون على حالة أثرية أو متحورة إلى شكل عصات .

٤ - الأوعية الخشبية ضعيفة والخشب الثانوى قليل الحدوث .

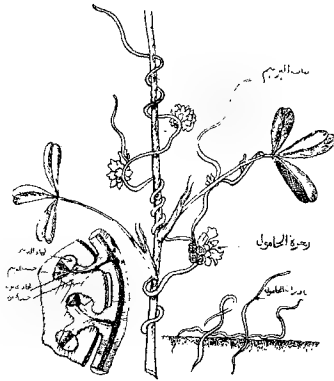
٥ - للطفيل القدرة على أن يتصل بالعائل ليحصل منه على ما يلزمه من الغذاء ويحدث ذلك الاتصال بواسطة مصصات Haustoria وهي عبارة عن جذور متحورة تفرز إنزيمات تمكن بواسطتها من إذابة ما يعترض طريقها من أنسجة العائل فتتغذى على أنسجته الداخلية وتحصل منه على الغذاء اللازم .

(١) النباتات الطفيلية Parasite

أولاً : المالك Orobanchaceae وهو تابع للعائلة المالكية Orobanchaceae يصيب المالك محاصيل مختلفة في مصر كالفول والبطاطم والكروم وبعض الحشائش وبعض النباتات الصحراوية كالسنثوريا وغيرها .

وبزور المالك صغيرة جداً سماء اللون لا يتميز فيها الجنين تماماً وهي لا تنبت إلا بجوار عائلها فإذا لم يتيسر هذا الشرط وتوافرت شروط الانبات الأخرى كالماء والحرارة الخ فإنها لا تنبت .

وعند إنبات البزرة تنمو منها مصصات تنسج نحو جذر العائل وتخترق أنسجته الداخلية حتى تصل إلى أنابيب الخشب واللحاء لتمتص منها الغذاء شكل ١٣٢ ثم ينمو الطفيل ويكون تحت الأرض جسماً درنياً يأخذ في النمو ثم ينبثق منه سترخ زهرى



شكل ١٣٤ - الحامول ملتف على ساق المضيف
وبادراته تبحت عن العائل وقطاع فيه وفي ساق العائل

وساق الحامول قد تكون خالية من الكلوروفيل ولا تحمل أوراقا خضراء وأزهارها بيضاء اللون وبزورها صغيرة الحجم لا تتميز في جنبها الففتان والجذير والريشة .

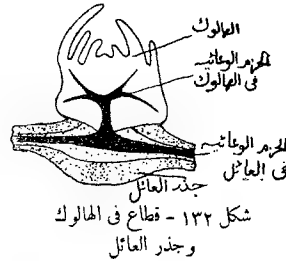
ثالثا : الرافليزيا *Rafflesia arnoldi*

لا يوجد لها جذور ولا سوق ولا أوراق إلا أن لها ممصات تسلب أنسجة الأشجار لتقتص الغذاء اللازم لها ومع كل ذلك فلها زهرة كبيرة يبلغ قطرها نحو ثلاثة أقدام شكل ١٣٥ ولها رائحة اللحم العفن وتتلقح بنوع خاص من الذباب يقال له *Carion flies*

(٢) النباتات ناقصة التطفل

نبات المسلتو *Mistletoe* والسيسيوم *Thesium* ونبات الصندل الذي يخرج منه خشب الصندل واللورنثس *Loranthus* . الخ لها ممصات تسلب أنسجة النبات العائل لامتصاص المواد الغذائية الغير عضوية أما المادة العضوية فإنها

يظهر فوق سطح الأرض ويحمل أوراقا حشوية صفراء اللون عديمة الكلوروفيل أو قد تكون فيها المادة الخضراء ولكن بدرجة قليلة جدا وتحمل الأوراق في آبائها أزهارا سرعان ما تعطي ثمارا مفتحة من نوع العلبة شكل ١٣٣



ثانيا : الحامول : *Cuscuta* وهو تابع للعائلة العليقية *Convolvulaceae* شكل ١٣٤

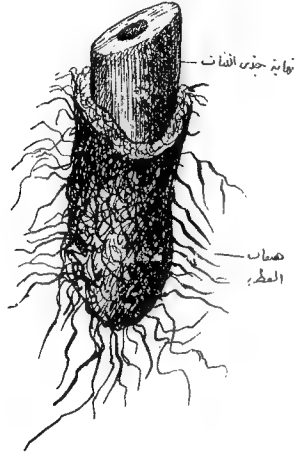
نبات زهرى تام التطفل ينمو على سوق أنواع مختلفة من النباتات أحصاه بالذكر الرسم والكتان وعند ما تنبت زهرة الحامول تخرج منها ساق رقيقة خيطية تثبت في الأرض بشعيرات تنمو من قاعدتها وتحرك فتها حركة دائرية فإذا لامست عائلا التفت حوله وماتت الشعيرات فيفقد الطفيل بذلك علاقته بالترية

تنمو من الساق الخيطية الماتفة حول العائل أفراس لتتصق بساق العائل وتخرج من هذه الأفراس ممصات تخترق أنسجة بشرة العائل وقشرته إلى أن تصل إلى الحزم الوعائية فهناك تتميز في ممص الحامول القصيبات متصلة بخشب العائل والأنابيب الغرباية التي تصل بلحاء العائل أيضا وكذلك يرسل الممص خلايا جانبية رقيقة الجدر تتصل بخلايا القشرة والأشعة النخاعية لامتصاص المادة المخزنة فيها .



شكل ١٣٣ - الهالوك متطفل على العائل

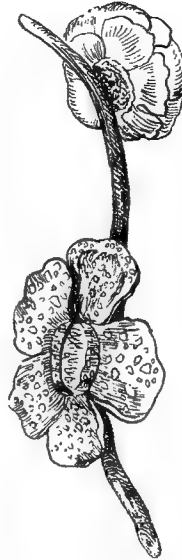
Fungi وتعيش معها معيشة تبادل المنفعة Symbiosis فيعطى الفطر النبات الغذاء الأرضى من ماء وأملاح ويأخذ منه المواد العضوية المجهزة من الكربون الجوى . شكل ١٣٦



شكل ١٣٦ - جذر محوط بهيفات الفطر

وجذور هذه النباتات تكون عديمة الشعيرات الجذرية فتحيطها الهيفات الفطرية ذات الأنابيب الضيقة تنمو ما فقد منها من الشعيرات الجذرية وهذه الهيفات إما أن تخترق الخلايا الخارجية للنسيج النباتى وتسمى Exotrophic Mycorrhiza كما يحدث لشجر الزان Beech والبلوط Oak والصنوبر Pine وقد تتعمق هذه الهيفات الفطرية فى أنسجة النبات الحية الداخلية فيضمها بروتوبلازمه ثم يمتصها بما فيها من الأغذية ويقال لهذه النباتات Endotrophic Mycorrhiza كما فى الأوركيدز Orchids والهيثر Heatner عند ما تنبت بزور نباتات الأوركيدز Orchids لابد لها من أن تصاب بهيفات

تكونها بنفسها من الكربون الجوى والماء بالنسبة لما تشتمل عليه من المادة الخضراء فى أوراقها وسوقها ولذلك يقال لهذه النباتات ناقصة التطفل ومن أمثلها كثير من النباتات التابعة للعائلة Scropholariaceae التى تكون عادة متطفلة على جذور بعض النجيليات .



شكل ١٣٥

أولاً : نبات السيسوم Thesium نبات عشبي صغير له أوراق خضراء وتتطفل جذوره على جذور النجيليات وتوجد بكثرة فى منطقة مريوط

ثانياً : نبات اللورنثس Loranthus

نبات طفيل ينمو على أغصان أشجار السنط ويشاهد كثيراً فى الجنوب الشرقى من مصر والسودان وتمتد من ساقه مصصات تخترق أنسجة ساق العائل لتمتص الماء والأملاح من أنابيبه الخشبية وأما المادة العضوية فإن النبات يجهزها بأوراقه الخضراء

وثمار هذا الطفيل من بين الأغذية التى تهافت عليها الطيور بيد أن بزوره محوطة بمادة لرجة فعندما تأكلها الطيور تعلق البزور بمنقارها فيحاول الطائر أن يتخلص من البزرة بأن يحل مناقرة بأفروع

الأشجار فتنتقل البزرة من مناقره إلى فرع الشجرة وتلتصق به وتنمو عليه وتكون نباتاً جديداً

(٣) النباتات الرمية Saprophyte

تنمو النباتات الرمية عادة فى الأرضى التى تحتوى على مقادير وافرة من المواد العضوية المتحللة كأراضى الغابات حيث تتراكم الأوراق التى تسقط من الأشجار . وقد تحاط بعض جذور بعض الأشجار وسوقها الأرضية بنوع من الفطر

الفطر الخاص بها في أوائل نموها وإلا وقفت عن النمو البتة فالزور التي تنثر بعيداً عن أمها قد لا تنبت إذ تكون بعيدة عن فطرها الخاص

أما في حالة الهيثر *Heather* والنخ *Ling* والجازون وغيرهما من عائلة الأريكسي *Ericaceae* فإن هيفات الفطر تتعمق إلى أن تصل إلى أغلفة البيضة *Intiguments* وهناك تكن إلى أن تبذر الثمار فتنمو معها وبذلك يضمن النبات استمرار إصابته بالفطر جيلاً بعد جيل حتى لو سقطت جويوه في مكان لا يوجد فيه الفطر الخاص ويقتصر بعض النباتات الرمية على الغذاء الذي تحصل عليه من الفطر فتشبه النباتات الكاملة التطفل في شكلها وخلوها من الكلوروفيل ووجود أوراق حرشفية عليها بدلاً من الأوراق الخضراء ومن النباتات الرمية ما تتكون عليه أوراق خضراء ويمكن لمثل هذه النباتات تكوين المواد العضوية بواسطة أوراقها ومع ذلك فإن الهيفات الفطرية تتغلغل في أنسجتها الأرضية والهوائية على السواء

(٤) النباتات الحُلُمِيَّة Epiphytes

وهي نباتات تنمو على أفرع الأشجار بدون أن تتطفل عليها وتوجد هذه النباتات بكثرة في الغابات الكبيرة المتكاثفة الأشجار حيث يصعب نفاذ الضوء إلى الأرض .

هذه النباتات تجد صعوبة كبيرة في الحصول على ماؤها ولذلك فإنها تشبه النباتات



شكل ١٣٧

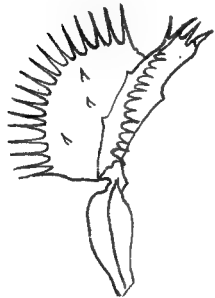
الزيروفيتية في صفاتها وتمتاز بأن لمعظمها نوعين من الجذور أحدهما يلتف حول الحامل والآخر جذور هوائية تتدلى في الهواء وتمتص بخار الماء شكل ١٣٧ إذ يحيط بالأكسودرمس *Exodermis* طبقة خاصة من الخلايا تنشأ من انقسام الدرماتوجين جذورها الخارجية رقيقة أو مثقوبة *Perforated* وأما جذورها الجانبية فمغلظة غظاً لولبياً وهذا النظام

في التركيب يجعلها مطوطة حتى بعد أن تفرغ مما بها من الماء معدة لامتصاص الماء الجوي بالخاصة الشمعية وهذه الطبقة تسمى فيلامين *Velamen*

(٥) النباتات آكلة الحشرات Insectivorous plants

توجد هذه النباتات على الأخص في الأراضي الحضية التي تقل فيها بكتيريا التآزر فتلجأ إلى الحصول على أزوتها من أجسام بعض الحيوانات وخصوصاً الحشرات فهي في ذلك تشبه الحيوانات آكلة اللحوم .

وقد تتشكل أوراقها بأشكال مختلفة مناسبة لقنص الحشرات وهضمها ونسب فيا يلي أوراق بعض النباتات آكلة الحشرات .



شكل ١٣٨

ورقة الديونيا لاحظ مصراعها

١ - ورقة الديونيا *Dionaea* شكل ١٣٨ نصلها ذو مصراعين يتحركان على العرق الوسطى وكل منهما مزود بزوائد شوكية على سطحه الأعلى فإذا ما وقعت حشرة على النصل يتنبه المصراعان فيقفلان فجأة حافظين الحشرة بينهما ثم تفرز الإنزيمات التي تهضم وتذيب الحشرة ثم يمتص ما يذوب منها وبعد ذلك تعود الورقة على حالتها الطبيعية فاتحة مصراعها استعداداً لقنص حشرات أخرى

٢ - وأما في حالة نبات التينيس

Nepenthes شكل ١٣٩ اتصال أوراقها تحولت إلى شكل جرة لها غطاء يغطي فتحتها ويكون مقفلاً في حالة صغر الورقة ثم يفتح فجأة عند كبرها .

قال جوبل *Gaebel* إن هذه الجرة هي نصل الورقة وإن قاعدة الورقة تفلطحت وأخذت شكل الورقة لتأدية عملية التمثيل وأما عنق الورقة فتحول إلى شكل حلاق .

تملاً الجرة عادة سائل مائي رقيق يفرز من الغدد الموجودة على السطح



الداخلي لجذب الحشرات التي إذا وقعت على الحافة فإنها تنزلق على سطحها الأملس أو تجذب إلى أسفل الجرة بشعيرات وفي كلا الحالتين مؤداها السقوط في السائل داخل الجرة . وفي نفس الوقت يقفل الغطاء لمنعها من الفرار وتفرز إنزيمات لهضم جسم الحشرة ثم يمتص بعد ذلك المواد الناتجة .

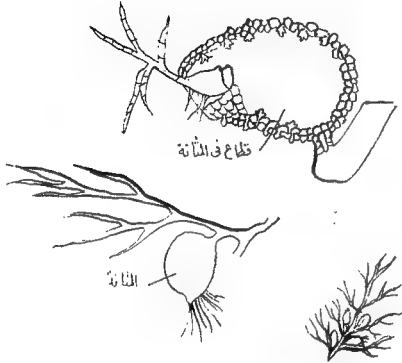
شكل ١٣٩ - نبات النيسز لاحظ نصل الورقة التي يحول إلى شكل جرة

٣ - ورقة الدروسيرا *Drosera*

ورقة هذا النبات تكون عادة مغطاة بزوائد *Tentacles* تنتهي طرفها بغدد تفرز مادة لزجة حضية فإذا ماهبطت حشرة ما على رأس هذه الزائدة فإنها تعلق بها بواسطة المادة اللزجة ويزيد في قصها تشبهاً بالفرار ومحاولة إبعثا الهروب إذ هذا ما يزيد انقباضها في زوائد أخرى وهكذا حتى تحاط بهذه الحبال من كل صوب إذ تنبته جميع الزوائد بالحشرة وتنحن عليها وكذلك عنق الورقة يصبح مقعراً ويزيد أيضاً في حبس الفريسة وتفرز عليها مواد هاضمة تذيب جسمها فتمتص بعد ذلك المواد المذابة . وعند انتهاء عملية الامتصاص تعتدل الزوائد وتعود الورقة إلى شكلها الطبيعي .

٤ - أوراق نبات اليوتريكيولاريا (حامل الماء) *Utricularia* وهو نبات يعيش في المستنقعات المصرية ذات الماء الأسن وله أوراق مجزأة إلى أشربة يتحور شريط منها إلى شكل مثانة *Bladder* شكل ١٤٠ ولكل مثانة فتحة لمصراع يفتح جهة الداخل فقط ولذلك يسهل فتحة من الخارج ويتعذر فتحه من الداخل فعند ما تدخل الحيوانات الصغيرة في هذه المثانة لا يمكنها الخروج وعلى ذلك يلاحظ كثير من الحيوانات الصغيرة داخل هذه المثانة وما يتخلف من بقايا الحيوانات المتحللة يمتص بواسطة الشعيرات المتفرعة النامية من جدار المثانة .

الداخلي . ومن المرجح أن هذا النبات لا يفرز إنزيمات لاذابة أجسام الحشرات التي تتغذى داخل المثانة ثم تمتص بعد ذلك .



شكل ١٤٠ - نبات حامل الماء وقطاع في المثانة



الباب الخامس

ترتيب المملكة النباتية

النباتات الحية تبلغ الآلاف عدا ولذلك وجب ترتيبها وتقسيمها حتى يسهل للمستغلين بعلم النبات البحث والوصول إلى نتائج وآراء . . . سبقهم .
كانت أول طريقة اتبعها الأقدمون مبنية على المنافع الاقتصادية التي يكتسبها الإنسان من النباتات المختلفة فكانت النباتات التي تستخرج منها العقاقير الطبية توضع في قسم والتي يستخرج منها المواد الغذائية توضع في قسم آخر والتي يستخرج منها الألياف والشعيرات للنسيج توضع في قسم آخر وهكذا . وبعد ذلك جاءت الطرق العلمية ولكنها كانت طرقاً صناعية محضة .

قد ترك لينوس Linnaeus سنة ١٧٣٥ كل الاعتبارات المرفولوجية التي اتبعها علماء النبات من قبل واعتمد في تقسيم النباتات على الصفات التناسلية وبهذه الطريقة أمكنه أن يميز ٢٤ قسماً .

ووضع في القسم الرابع والعشرين كل النباتات الغير مزهرة Cryptogams وأما الثلاثة والعشرين الباقية من الأقسام فهي نباتات مزهرة phanerogams وقسمها لينوس بالنسبة إلى توزيع أعضائه التناسل في الزهرة فمنها ذات الأزهار الخنثى Hermaphrodite ومنها ذات الأزهار وحيدة الجنس Unisexual . وقسم النباتات ذات الأزهار الخنثى إلى ثلاثة مجاميع

(١) المجموعة الأولى ذات الأسدية السائبة Free Stamens وقسمت هذه المجموعة إلى مجاميع أصغر منها بالنسبة لعدد الأسدية وطولها وكيفية اتصالها بالتخت .

(٢) المجموعة الثانية ذات الأسدية المتحدة بعضها مع بعض

(٣) المجموعة الثالثة ذات الأسدية المتحدة بالمعاط pistil

فما سبق يلاحظ أن طريقة لينوس قربت بعض النباتات بعضها من بعض لوجود صفات مشتركة بينها بالرغم من أنها تختلف كثيراً في صفات أخرى . وإنذاك سميت هذه الطريقة بالترتيب الصناعي Artificial System والترتيب الصناعي هو الذي كان يدين به كثير من العلماء غير لينوس وكانوا يفترضون أن كل نوع من أنواع النباتات قائم بذاته أي ليس له أية علاقة بالأشكال الأخرى وأنه خلق خلقاً خاصاً وأن النوع يستمر يعطى سلالة تشبهه وبماثله . وليس له القدرة على إنتاج ما يختلف عنه .

وبعد ذلك انتهى رأى العلماء على أن أنواع النباتات الموجودة لم تخلق خلقاً خاصاً وإنما تسلسلت من أنواع أبسط منها كانت توجد في الأزمنة الجيولوجية السابقة وتسمى هذه النظرية بنظرية النشوء والارتقاء وتسبب إلى العلامة Darwin ولما جاء كثير من علماء النبات مثل Engler, Benth, Hooker, De Candolle واجتهدوا في تقسيم النباتات فكان كل منهم يضع حجراً في بناء أساس الترتيب الطبيعي Natural System فيستفيد منه الخلف الذي يليه وهذا الترتيب يتركز على الشكل الخارجي والتركيب الداخلي للنبات فقسمت النباتات حسب هذه النظرية إلى مجاميع كبيرة تشترك في صفات عامة ثم تقسم هذه إلى مجاميع أصغر تشترك في صفات خاصة وهكذا .

ومن الصفات الخاصة التي يعتمد عليها في تقدير الصلات بين نبات وآخر هي

١ - أعضاء التناسل لأن الأعضاء الحضرية عرضة لكثير من التغيرات تحت تأثير عوامل البيئة .

٢ - وجود بعض الصفات التشريحية كالاشتراك في وجود نسيج ما أو غيابه بالمرة .

إذا تشابهت عدة أفراد من النباتات تشابهاً عظيماً فإنها تعتبر من نوع واحد فأشجار البرتقال كلها من نوع واحد كما أن أفراد نبات القمح من نوع آخر .

وإذا وجدت عدة أنواع متشابهة في صفاتها المرفولوجية والتشريحية فإنها توضع تحت اسم جنس واحد فأشجار الليمون والناضج والبرتقال واليوسفي كلها

تشارك في عذة وجوه مثل الرائحة وشكل الورقة والأزهار ولون الثمار ولذلك توضع كلها تحت جنس Citrus وتعتبر الموالح جميعها أنها نشأت من أصل واحد ويسمى النبات باسمين الأول اسم الجنس والثاني اسم النوع وإليك مثالا يظهر تسلسل النبات إلى أن يصل إلى المملكة النباتية .

الفرد	الفرد	Individual
الصف	الصف	Variety
النوع	النوع	Species
الجنس	الجنس	Genus
العائلة	العائلة	Family
الرتبة	الرتبة	Order
مجموعة	مجموعة	Group
تحت قسم	تحت قسم	Subclass
قسم	قسم	Class
قبيلة	قبيلة	Phylum
المملكة النباتية	المملكة النباتية	Plant Kingdom

المملكة النباتية وأقسامها Plant Kingdom and its Divisions

تقسم المملكة النباتية إلى أربعة أقسام كبرى يعرف كل منها بالمجموعة النباتية وهي كما يأتي :

المملكة النباتية Plant Kingdom

الفطر	Fungi (١)	النباتات الخيطية	Thallophyta - ١
البكتيريا	Bacteria (٢)	النباتات الحززية	Bryophyta - ٢
الطحلب	Algae (٣)	السرخسية	Pteridophyta - ٣
الاشبين	Lichens (٤)	المزهرة	Spermatophyta - ٤
		المغلفة البزور	Gymnosperm (١)
		المغلفة البزور	Angiosperm (٢)

١ - النباتات الثالوثية الخيطية

Thallophyta

النباتات الثالوثية إما أن تكون وحيدة الخلية أو يتركب جسمها من عدة خلايا ولا يتميز فيها أعضاء خضرية كالجذور والسوق والأوراق وتكاثر هذه النباتات تناسليا Sexual أو غير تناسلي Asexual ولا يظهر الطور التعاقبي Alternation of generation إلا في الأفراد الراقية

ويوجد تحت هذا القسم ما يأتي :

(١) الفطر Fungi

(٢) البكتيريا Bacteria

وهما خاليان من المادة الخضراء ويعيشان على غيرهما من الكائنات إما متطفلين على كائنات حية وإما رميين على كائنات ميتة . وقد يعيشان معيشة تبادل المنفعة مع غيرهما سواء كان حيوانا أو نباتا .

(٣) الطحلب Algae وهي نباتات خضراء أصغرها مكون من خلية واحدة وأكبرها يشبه الأشجار مثل اللامناريا . وقادرة على تكوين المادة العضوية من الكربون الجوى أو المذاب في الماء بمادة الكلوروفيل التي توجد في خلاياها .

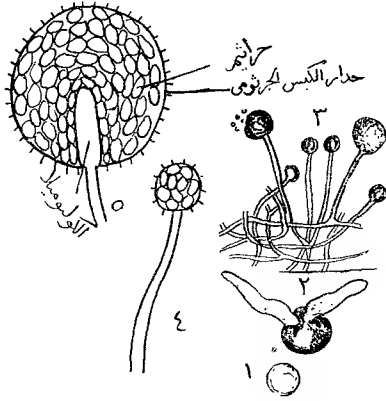
(٤) النباتات الاشبية Lichens وهي نباتات مكونة من طحالب خضراء وفطريات عاشة مع بعضها معيشة المعاشرة فيمد الفطر الطحلب بالمادة المعدنية ويعطى الطحلب الفطر المادة العضوية التي يجهزها من الجو بمادته الخضراء .

(١) الفطر Fungi

الفطر نباتات تتكون من خيوط دقيقة خالية من الكلوروفيل يقال لها هيفات وهذه الهيفات يتشابك بعضها مع بعض لتكوين منها الميسليوم Mycelium . الفطر غير قادر على تجهيز غذائه بنفسه ولذلك يعتمد على غيره من الكائنات لتغذيته . وهي إما أن تأخذ غذاءها من كائنات حية ويقال لها فطريات طفيلية

١ - التكاثر اللازواجى Asexual Reproduction

توجد لهذا الفطر هيفات هوائية يقال لها حوامل أسبورنجية
Sporangiophore تحمل أكياساً جرثومية Sporangia تتولد داخلها جراثيم
كونيدية . وعند ما تبلغ هذه الجراثيم نهاية عمرها ينفجر جدار الكيس وتنتشر
الجراثيم سابحة في الهواء ثم تسقط على المزرعة المناسبة وتمو شكل ١٤١



شكل ١٤١ - التكاثر اللازواجى

- (١) الجرثومة (٢) ابتداء نمو الجرثومة (٣) هيفات تحمل أكياس جرثومية
(٤) هيفات تحمل كيس جرثومى (٥) كيس جرثومى مكبر

٢ - التكاثر الزواجى Sexual Reproduction

إن هذا الفطر في حالة عدم توفر الغذاء يلجأ إلى تكوين جراثيم كاملة يقال
لها زيجوسبور Zygospor . وذلك بأن يلتصق طرفا هيفتين متجاورتين ويفصل
جزء من محتويات كل منهما بمحاجر ثم يتلاشى المحاجر الموجود في نقطة الالتصاق
فيتمزج بروتوبلازم كل منهما بعضه ببعض . ويتضخم ويتكون له جدار خلوى
تحين خشن يغطى سطحه بتواءات

Parasitic fungi واما أن تتطفل على كائنات مية ويقال لها فطريات رمية
Saprophytic fungi وقد يعيش مع غيره من النباتات معيشة المعاشره
Symbiosis فيأخذ منها المادة العضوية ويعطيها المواد المعدنية كما في بعض
نباتات الأوركيد Orchids والنباتات الأشبية Lichens
وأقسام الفطر المشهورة هي :

أولا - الفيكوميستيس Phycomycetes

هى فطريات ذنبيه لها هيفات غير مقسمة بجواجز وتشتمل على كثير من
النوى Multinucleate

ثانيا - الفطريات الراقية Higher Fungi

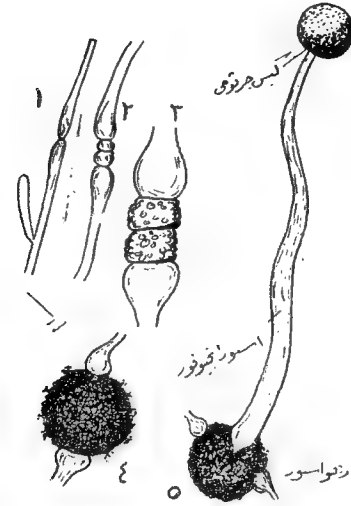
ولها هيفات مقسمة بجواجز عرضية كل خلية يوجد لها نواة أونواتان ويدخل
تحت هذا القسم ما يأتي .
١ - الفطريات الزقية Ascomycetes وتمتاز بأن جراثيمها تتولد في كيس
يقال له زق Ascus
٢ - الفطريات البازيدية Basidiomycetes وتمتاز بأن جراثيمها لا توجد في
كيس بل توجد على حوامل

أولا - الفيكوميستيس Phycomycetes

ريزوبس نجركانز Rhizopus nigricans

يعرف هذا الفطر بالعض الأسود وشاهد على الخبز وروث الخيل والمواد
العضوية الأخرى وعلى لوز القطن المخترقة بدودة اللوز وهيفات هذا الفطر بسيطة
أو متفرعة عديدة المحاور ومشتملة على نوى وحويصلات عديدة . ولكل خصلة
عدد من الهيفات القصيرة المتفرعة Rhizoids الشبيهة بالجذيرات لامتصاص الغذاء
ولهذا الفطر طريقتان للتكاثر وهما :

وعند ما يلائم الجو الزيجوسبور ينمو معطيا هيفا (حامل اسبورنجي) تنتهي
باسبورانجيوم ممتلئة بجراثيم كونيديية شكل ١٤٢



شكل ١٤٢ - التكاثر التزاوجي

- (١) ابتداء اتصال الهيفتين (٢) انفصال طرفي الهيفتين (٣) كبر الطرفين أكثر
- (٤) امتزاج محتويات الطرفين وتكون الزيجوسبور (٥) نمو الزيجوسبور
- وتكون الكيس الجرثومي

وتزاوج الهيفات لا يحدث في أغلب الأنواع إلا بين هيفتين لنسولين مختلفين
من الوجهة الفسيولوجية وإن لم توجد بينهما فوارق مورفولوجية ظاهرة فيقال
لأحدهما هيفاموجة (+) والآخرى سالبة (-)

سيستوبس كانديدوس *Cystopus Candidus*

لو عملنا قطاعا عرضيا في نبات مصاب بهذا الفطر نلاحظ هيفاته متشعبة في

المسافات البينية Intercellular spaces ويرسل منها إلى داخل الخلايا مصمتات
متفرعة لتتصق من العائل الغذاء اللازم لها

هذا الفطر يتطفل على كثير من نباتات العائلة الصليبية فيشاهد على الأوراق
غالبا وعلى السوق والثمار وأحيانا تسبب ثمرات بيضاء أو صفراء شاحبة لامعة
كالصيني في أول الأمر على سطوح الأوراق العليا أو على السوق
ويتكاثر هذا الفطر بطريقتين هما :

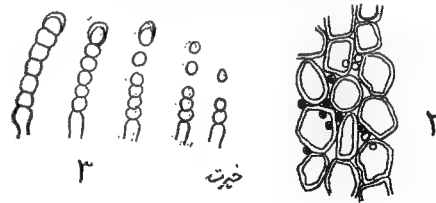
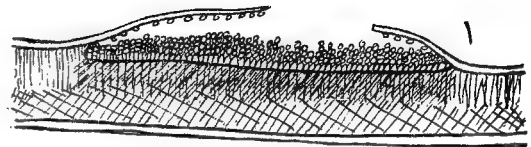
١ - التكاثر اللازواجي Asexual Reproduction

لا تلبث هيفات الفطر طويلا حتى تتجمع تحت البشرة في أفرع موازية لها
تضغط على البشرة وتشققها ويظهر مرض الصدأ وتنتفخ أطراف الهيفات
مفصولة عن باقيا باقباضات مكونة سلسلة من الجراثيم الكونيديية أكبرها سنا
وحجبا هو الموجود في القمة

وعند ما تبلغ الجراثيم نهاية عمرها ينفصل بعضها عن بعض وتسيح في الهواء
عدة لمسافة بضعة أمتار قبل أن تصل الأرض فإذا هطل المطر أو كان الجو مدي
بغزارة تسقط الجراثيم الكونيديية على الأرض وتنقسم محتوياتها إلى عدة جراثيم
هيدية Zoospores كل منها يعوم بهديه مع العلم بأن كثيرا من هذه الجراثيم
بالأخيرة تموت قبل أن تصل إلى العائل الخاص . وعند ما تصل إلى بادرة أي نبات
من العائلة الصليبية تستريح برهة ثم ترسل هيفاتها بين الخلايا ويتفرع منها مصمتات
تخترق الخلايا ذاتها لتمتص الغذاء وتتكاثر الهيفات أسفل البشرة وتكون الجراثيم
الكونيديية وهكذا يظهر مرض الصدأ على السطح الخارجي للنبات شكل ١٤٣

٢ - التكاثر التزاوجي Sexual Reproduction

يعطى فطر السيستوبس *Cystopus* أعضاء ذكرية *Antheridia* وأعضاء
أنثوية *oogonia* في مدة تزهير النبات لأن الغذاء في هذا الوقت يكون غير كاف
للفطر فتتحد إحدى الجملطيات الذكرية بالبيضة ويتكون من ذلك جرثومة يقال
لها *oospore* وهي جراثيم بيضية ذات تنوءات وهذه تنمو في الوقت المناسب
على النباتات الخاصة وتحدث الإصابة فيها .



شكل ١٤٣ - السيتوبس متطفل على ورقة

(١) البشرة ممزقة والجراثيم في سلاسل (٢) الفطر بين الخلايا ومرسل بمصاته فيها
(٣) الجراثيم في سلاسل أكبرها عند القمة

ثانيا - الفطريات الراقية Higher Fungi

(١) الفطريات الزقية Ascomycetes

سفير وثيكابانوزا *Sphaerotheca pannosa*

يسبب مرض البياض الدقيق في الورد بمصر فيغطي ميسيليومه الأوراق ولاسيا من الجهة السفلى والأغصان ويشاهد على هيئة مسحوق دقيق أبيض خفيف ويرسل نمصات متشعبة تخترق خلايا البشرة من دون أن تمتد إلى الأنسجة الداخلية التي تحتها وهو ضار بالأعضاء الصغيرة على الخصوص ويعطل نمو البراعم الزهرية والأوراق ويسبب تجمعها ثم ذوبها وتفصل أثناء طور نمو الفطر صفوف أفقية من الجراثيم الكونيدية عن الحوامل الجرثومية القصيرة فيفتش بسببها المرض

الخميرة Yeast

نبات الخميرة يتربك من خلايا منفردة وقد يتصل بعضها ببعض مكونة سلسلة قصيرة

وتوجد طريقتان لتكاثر الخميرة وهما :

١ - التكاثر بالتبرعم Budding

الخميرة تتكاثر بالتبرعم أى أن كل خلية تنقسم وتعطى خلية بنوية وهذه بدورها تنقسم . وهكذا إلى أن تتكون سلسلة من الخلايا

٢ - التكاثر التزاوجى Sexual Reproduction

قد يبقى نبات الخميرة في دوركون لمدة وفي أثناء هذه المدة تنقسم محتويات الخلية إلى ٢ أو ٤ أجزاء كل منها يحيط نفسه بجدار خثين — فهذه الخلايا الناشئة قد يتزاوج بعضها مع البعض

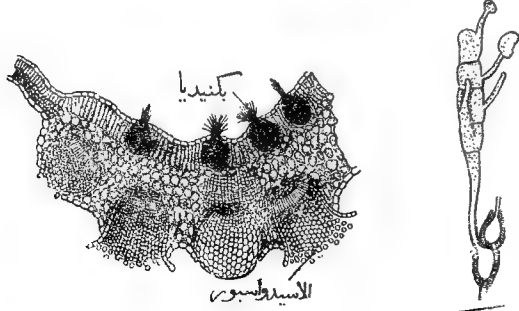
ب - قسم البازيديوميستيز Basidiomycetes

مرض الصدأ Puccinia

تظهر إصابة نباتات القمح في أول الأمر بهذا المرض على أعماق الأوراق وقت ظهور العائل ثم تمتد إلى أنصاف الأوراق فتتكون بثرات خيطية يورديّة حمراء مصفرة تكون مغطاة ببشرة الورقة في بدء الأمر ثم تتمزق البشرة لنمو ميسيليوم الفطر وتنفرد الجراثيم الوردية وهي بيضية الشكل صفراء من الوسط ومكونة من خلية واحدة جدارها شفاف ولها حامل طويل وأشواك ضئيلة تساعدها على الإلتصاق بسطوح الأجزاء النباتية التي تتساقط عليها وتشاهد في جدارها أربعة مواضع رقيقة في دائرتها تسمى بالثقوب الجرثومية Germ pores لأنها مواضع الانبات شكل ١٤٤

هذه الجراثيم الوردية تتطاير في الهواء ثم تسقط على أوراق القمح وسوقة وسنابله مرة ثانية وتلتصق بها وتنمو الجرثومة في الوسط المناسب من رطوبة وغيرها وتعطى هيفا ثم من الثغور stomata ثم تطرق إلى داخل النبات وتشعب

والجراثيم البازيدية لا تصيب القمح ولا تنبت عليه وتصيب نبات البريرس وتغطي الجراثيم الأسيدية على السطح السفلى للورقة والجراثيم البكنيدية على السطح العلوى للورقة والجراثيم الأسيدية تكون موجودة في سلاسل شكل ١٤٧ وعند

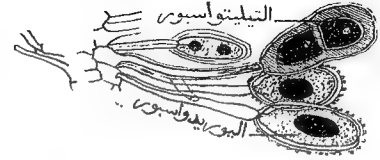
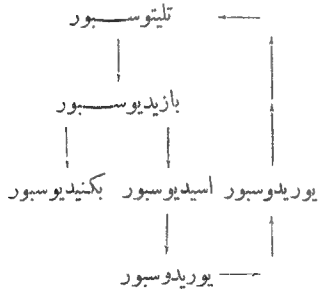


شكل ١٤٧

شكل ١٤٦

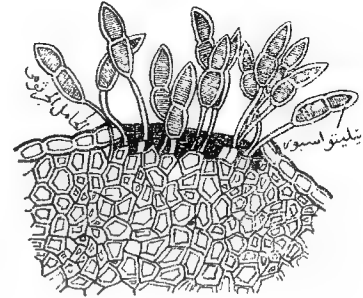
سقوطها على نبات القمح تنمو وتكون البثرات اليوريدية الاولى وبذلك يعيد المرض سيرته الاولى

دورة حياة مرض الصدأ



شكل ١٤٤ - لاحظ شكل الجرثومة اليوريدية والتيلوتية

بين الخلايا وترسل ممصات إلى داخلها لامتصاص الغذاء منها ثم يعطى الميسليوم جملة حوامل جرثومية تحمل في نهايتها جراثيم يوريدية كالأولى وهذه تكون بثرات تمزق بنموها بشرة النبات وتنتشر في الهواء وتحدث الإصابة كما سبق . وفي نهاية ابريل تسقط الجراثيم اليوريدية على النبات وتحدث بثرات سوداء تشتمل على نوع آخر من الجراثيم يقال له الجراثيم التيلوتية شكل ١٤٥ بيضية



شكل ١٤٥

الشكل مكونة من خليتين مسطحتين في موضع اتصالها وجدارها ثخين وخاصة في القمة ولها حامل طويل وهذه الجرثومة تكن عدة شهور وبعد ذلك تنبت لتكون كل خلية منها بروميسليوم مكونا من أربع خلايا كل خلية تعطي جرثومة

بازيدية Basidiospore شكل ١٤٦

وهو خير مثال لقسم البازيديوميسيتز يعيش نبات عيش الغراب في الأوساط الدوبالية وقد تكون هيفاتها دقيقة جدا خيطية ومقسمة ولونها إما أبيض أو أصفر أو أسمر وخلايا هذه الهيفات تشتمل على نواتين Binucleate وهى متداخلة فى بعضها وتكون ميسيليوم أنخن وأخشن من الفطريات الأخرى وأما الجزء العلوى الذى يؤكل ويظهر فوق سطح الأرض هو الجسم الجرثومى من الفطر فيظهر كالانتفاخ على الميسيليوم الأرضى مشتملا على هيفات متداخلة فى بعضها البعض كثيرا وبعد قليل يتسع سطحه العلوى تدريجيا

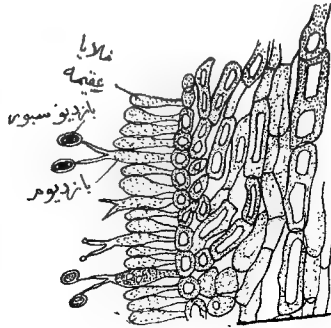
وعند ما يبلغ الجسم الجرثومى نهاية عمره يلاحظ عليه أنه يتركب من الأجزاء الآتية العنق stalk or stipe والرأس Pileus التى تنفرع فيها إلى أسفل كثير من الصفائح Gills التى تحمل الجراثيم البازيدية Basidiospore وأسفل هذه الرأس يحاط العنق بغشاء يقال له الطوق Annulus الذى كان فى مبدأ تكون الجسم الجرثومى عبارة عن نمو دائرى لحافة الرأس ملتصق بالعنق ليحفظ الصفائح فى مبدأ تكونها من المؤثرات الخارجية شكل ١٤٨

إذا علمنا قطاعا عموديا فى الرأس لرأينا أن كل صفحة مركزها يتكون من هيفات مرتبة ترتيبا طويلا وهذه تنفرع منها إلى الخارج هيفات تشبه الخلايا



شكل ١٤٨ - نبات عيش الغراب الصغير والكبير

العمادية وبعدها توجد خلايا مستديرة تنمو منها خلايا إما عقيمة وإما تنمو منها زائدتان أو أربع تنتهى كل منها بجروثومة شكل ١٤٩ وعند ما يكمل نمو الجراثيم فإن الخلايا العقيمة قد تساعد فى انتشار الجراثيم فى الهواء وبعد ذلك تسقط على الأرض وتعيد حياة النبات ثانياً .



شكل ١٤٩ - قطاع فى صفحة Gill (لاحظ تركيبها)

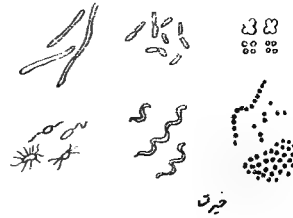
(٢) البكتيريا Bacteria

كان المعروف لدى العلماء أن البكتيريا تتولد من ذاتها فى الأجسام العضوية واستمر الأمر كذلك إلى أن ظهر العالم الفرنسى Louis Pasteur بنظرية التى أثبت فيها أن البكتيريا لا تسكون فى الأجسام المعقمة المحفوظة فى أوان محكمة الففل . ومن هنا عرف أن البكتيريا لها أصل وتوالد وتكاثر وتعيش وتحيا ككل الكائنات الحية .

تتركب كل بكتيريا من خلية واحدة لها جدار رقيق Thin cell wall يوجد بداخله البروتوبلازم وليس لها نواة واضحة ولبعض أنواع البكتيريا أهداب رفيعة توجد منفردة أو متجمعة تتحرك فى السائل الذى تعيش فيه بينما البعض الآخر يتحرك بالتواء جسمه كما تفعل الديدان

والبكتيريا صغيرة جدا حتى أن حجم الخلية منها يبلغ نحو جيبها من المليمتر وهناك أنواع أخرى أصغر حجما من ذلك حتى لا يمكن رؤيتها بالميكروسكوب والبكتيريا خالية من الكلوروفيل وتعيش على أجسام الحيوان أو النبات سواء كانت حية وتسمى في هذه الحالة البكتيريا طفيلية Parasitic Bacteria أو ميتة وتسمى بكتيريا رمية Saprophytic B. مع أن كثيرا من أنواع البكتيريا يمكن أن تعيش على مواد غير عضوية وبالأجمال يمكن القول أن البكتيريا تأخذ غذاءها على هيئة سائل أو غاز فمن هذه الوجهة اعتبرت نباتا لا حيوانا . والبكتيريا وجراثيمها صغيرة جداً يمكن حملها وانتشارها في الهواء فهي كثيرة الوجود في الهواء وفي ذرات التراب وفي مياه الأنهار والبرك وعلى أسطح الأجسام وفي التربة الأرضية ولذلك يلاحظ أن الأجسام الميتة العضوية تتحلل إن أجلا أو عاجلا وذلك لأن البكتيريا تغذى من هذه الأجسام وتحللها .

والبكتيريا لها أشكال كثيرة منها (١) الكرى Coccus (٢) والعصى Rod-like (٣) والخاروفى spirellum وتتحرك العصوية والخاروفية بأهدابها Cilia التي تكون على أحد طرفيها أو عايمها معا شكل ١٥٠



شكل ١٥٠ - البكتيريا لاحظ أشكالها

والبكتيريا إما نافعة وإما ضارة :

١ - البكتيريا النافعة Useful bacteria

وهي بكتيريا التأتز التي تؤثر على النشادر وتحوله إلى حمض الازوتوز وهذا

يتأكسد ويتحول إلى حمض الازوتيك حيث يكون صالحا للاتحاد ببعض المعادن الأرضية ويتكون منه أملاح الازوتات القابلة للنوبان والامتصاص بشعيرات الجذر فيتغذى منه النبات لأن عنصر الازوت من أهم العناصر المكونة لبروتين بلازم الخلية الحية .

والبكتيريا العقدية تصيب الشعيرات الجذرية لنباتات العائلة البقولية مثل الفول والترمس وتأخذ في الانقسام والتكاثر داخل هذه الشعيرات الجذرية ثم تنقل إلى خلايا القشرة وتتكاثر فيها أيضا وتحدث بها انتفاخات Tubercles كثيرة تبرز للخارج وتكون ما يعرف بالعقد ، ومن هذا أخذ اسمها (البكتيريا العقدية) وهي تعيش مع النبات معيشة المعاشرة أو (تبادل المنفعة) Symbiosis إذ تأخذ من النبات المواد العضوية المجهزة من الجو والتربة بأوراقه وجذوره وتمده بالمادة الازوتية حيث أنها تثبت الازوت الجوى وبعد موتها يتغذى عليها النبات .

٢ - البكتيريا الضارة Harmful bacteria

وهي التي تصيب الجهاز الهضمي مثل بكتيريا التيفويد والكوليرة التي تخرج في الغائط وتنقل من المريض إلى السليم بواسطة الذباب ذلك أن الذبابة تقع على براز المريض فتقتل منه العنوى وتوصلها إلى الطعام فياكل منه الاصحاء فيصابون بالمرض وهكذا .

وتكاثر البكتيريا بطرق منها :

١ - التكاثر الخضري Vegetative Multiplication

الطريقة الخاصة بتكاثر الكائنات الحية ذات الخلية الواحدة هي الانقسام البسيط simple fission حيث يظهر حز Constriction في وسط الخلية ويأخذ في التمدد إلى أن تنقسم الخلية خليتين وهكذا والخلايا الناتجة إما أن تنفصل وتصبح في الوسط Substratum منفردة وإما أن تبقى متصلة في حالة مجاميع . يحدث الانقسام بسرعة إلى أن تبلغ نموها النهائي في أقل من نصف ساعة ويبدأ انقسام آخر حتى إنه في مدة ٢٤ ساعة تعطى خلية بكتيرية واحدة نحو ١٧ مليون كائن حي آخر .

٢ — التكاثر بالجراثيم Spore Reproduction

وفي الأحوال الغير مناسبة لحياة البكتيريا لقلة الغذاء أو تغير الأجواء يلاحظ أن الجرثومة تكبر في الحجم وتحيط نفسها بجدار تخين فيمكنها أن تقاوم الجفاف والحرارة والبرودة وقلة الغذاء لمدة كبيرة وعند تحسن الظروف ثانية ترجع البكتيريا إلى نشاطها المعتاد فيزول الجدار التخين وتنشط الخلية ثانية .

٣ — التكاثر بالكونيديا Conidia Reproduction

وأما البكتيريا الراقية فتتكاثر بالجراثيم الكونيدية وهي عبارة عن جرثومة خيطية Filamentous organisms ذات غلاف غروي وتكون عادة متصلة بالوسط الذي تعيش فيه بأحد طرفيها وتبرعم budding من الطرف الثاني ثم تنطلق الجرثومة وتسبح إلى أن تجد وسطاً مناسباً لها فتثبتك به ثم تتكاثر بطريقة التبرعم السائلة المذكور وهكذا إلى أن تحصل العدوى . وهذه الجرثومة لا تقدر أن تقاوم الأحوال الشديدة من قلة الغذاء وغيره إلا أن يوجد لها جدار تخين كما هو الحال في البكتيريا الدنيئة .

التعقيم Sterilization

الخلايا البكتيرية الخضرية تقاوم البرودة إلى درجة كبيرة ويحتمل الكثير منها أن يعيش في الهواء السائل (أي في درجة ١٩٠° ستيجراد تحت الصفر) ولكنها لا تحتمل الحرارة المرتفعة فيموت معظمها عند درجة ٥٥° ستيجراد أما الجراثيم التي تحاط بأغلفة فانها تقاوم البرودة والحرارة بمقدار أكبر ولذا فإنه إذا أريد تعقيم جسم من الأجسام فإنه يجب أن يسخن إلى درجة حرارة مرتفعة ١٨٠° ستيجراد لمدة ١٥ دقائق .

وعند تعقيم السوائل يجب أن تغلي في أوان محكمة السد بالقطن كي تقتل الجراثيم الموجودة داخل السائل وتمنع السداد القطنية دخول جراثيم وخلايا بكتيرية جديدة إلا أن بعض الجراثيم قد يبقى حياً حتى بعد غلي السائل فإذا أردنا قتل هذه الجراثيم نرفع درجة حرارة السائل ١١٥° ستيجراد تحت ضغط لمدة ١٥ دقائق .

أما السوائل التي يخشى فسادها من الغليان فترفع درجة حرارتها إلى درجة قريبة من الغليان ثم يبرد بعد ذلك ثم يعاد تسخينها وتبريدها عدة مرات فتموت الخلايا البكتيرية الخضرية أثناء هذه العملية وتبقى الجراثيم لقدرتها على المقاومة ولكنها عند التبريد تحت حرارة مناسبة تنمو وتحول إلى خلايا بكتيرية خضرية ويسهل قتلها بمعاودة التسخين والتبريد عدة مرات .

وهذه هي الطريقة المتبعة في حفظ اللحوم والسلمك والخضروات والفاكهة وإذا حفظت هذه المواد في أوان محكمة القفل فانها تبقى مدة طويلة من غير أن تفسد .

(٣) الطحالب Algae

الطحالب نباتات ثالوثية بعضها يتربص من خلية واحدة كما في نبات Chlamydomonas وبعضها يتربص من نبات كبير يشبه الشجر مثل اللامناريا Laminaria وقد يوجد لبعض الطحالب زوائد تشبه الاوراق والسوق كما في كثير من الطحالب الحمراء Rhodophyceae والطحالب البنية Phaeophyceae وأعضاء الامتصاص والتثبيت وإذا وجدت تكون على حالة سلسلة من الخلايا يقال لها ريزويدز Rhizoids .

وتحتوى خلايا الطحالب على المادة الخضرية فيمكنها أن تجهز غذاءها من الجو بنفسها وهي تعيش في الماء المالح والماء العذب والأمكنة الرطبة وعلى الصخور والحيطان وفي المستنقعات وقلما تنمو على جذوع الأشجار والتربة .

والطحالب البحرية تكون أهم جزء في غذاء الأسماك وكثير منها يستعمل في الطب ويستخرج منها البود واليوتاسا وتتكون منها الصخور المرجانية والصخور الجيرية .

الطحالب الخضراء Chlorophyceae

معظم نباتات هذا القسم تعيش على سطح الماء وتسكوه حلة خضراء سندسية وقد تثبت على الصخور الموجودة على ضفاف البحار .

ويتركب جسمها من خلية واحدة أو مستعمرة من الخلايا أو من شريط متفرع وغير متفرع .

١ - كلاميدوموناس Chlamydomonas

هذا النبات عبارة عن خلية واحدة بيضية أو مستديرة تقوم بجميع وظائف النبات من تكاثر وتنفس وإفراز وتمثيل كلوروفيل وغير ذلك من الوظائف وتحت هذه الخلية من الخارج بحدار خلوي رقيق Thin cell wall مبطن من الداخل بطبقة من الميتوبلازم ويوجد في مقدمتها زائدة المنقار عديمة اللون Light colourless papillae وعلى جانبي المنقار يوجد لها سوطان 2 Cilia يستعملان في الحركة وأما داخلها فيتركب من كلوروبلاست تشبه الفعجال Cup - shaped Chloroplast ينغمس فيها البيرونويد Pyrenoid وهو مركز تكون النشا وقاع هذا الفعجال يشتمل على النواة Nucleus وعند الطرف الضيق يلاحظ وجود نقطة حمراء Red eye spot (Stigma) بها يدنو النبات من الأشياء ويبعد عنها . وكذلك توجد فجواتان Contractile Vacuoles 2 على جانبي المنقار من الداخل تنقبضان وتنسطان لخراج الفضلات .



شكل ١٥١ - شكل نبات الكلاميدوموناس

(١) النبات الكامل (٢) و (٣) اقسام محتويات الخلية الى خلايا لتكون Palmella stage (٤) جراثيمة (٥) تزواج جيميتين

ويتكاثر النبات بالطرق الآتية :

١ - التكاثر اللازواجى Asexual Reproduction

يتكاثر النبات بالجراثيم Spores إذ تنقسم محتويات الخلية الأمية Mother cell إلى قسمين ثم إلى أربعة ثم إلى ثمانية ثم إلى ١٦ وكل من هذه الأقسام يصبح جراثيمة متحركة Swarm spores وعند ما يكمل نموها يتمزق الجدار الخلوي الرقيق وتخرج الجراثيم سابحة في الماء وكل منها يكون نباتا حيا من جديد .

٢ - التكاثر التزواجى Sexual Reproduction

والتكاثر التزواجى ينتج من أن محتويات الخلية تنقسم إلى جيمطات متشابهة صغيرة عديدة كل منها لها هديان فعند ما تنفصلت من الأم يلتصق كل اثنين منها بمقدمتهما ثم تتحد محتوياتهما وتكونان الزيجوت .

وبعض العلماء مثل جوروشانكين Goroschankin يقولون إنه بعد انقسام محتويات الخلية الأمية تبقى واحدة منها كبيرة في الحجم نسبيا وخالية من الأهداب وتعتبر بيضة Egg أما باقي الخلايا فانها تنقسم عدة انقسامات لتكون عددا كبيرا من الجيمطات الذكورية لكل منها سوطان وعند خروجها من الخلية الأمية تسبح الجيمطات المذكرة إلى حيث توجد البيضة وتلتصق حولها ثم تخترق جدار البيضة واحدة منها وتتحد النواتان الذكورية والأنثوية معا ليكونا الزيجوت .

٣ - التكاثر بالانقسام Palmella stage

وفي ظروف خاصة تفقد الكلاميدوموناس أسواطها وتحاط بجدار جيلاتيني وتبدأ محتوياتها في الانقسام وتبقى هكذا إلى أن تنهأ لها الظروف المناسبة فتخرج الخلايا البنيوية وتنمو لها أسواط ويصير كل منها نباتا جديدا

٢ - باندورينا Pandorina

هذا النبات الطحلي يمتاز عن نبات الكلاميدوموناس بأنه مكون من خلايا متشابهة مجتمعها مع بعضها بعض مكونة مستعمرة Colony وكل خلية تشبه في تركيبها نبات الكلاميدوموناس والطرف العريض للخلايا يتجه إلى خارج المستعمرة

٣ - الفولفوكس Volvox

ارتق النبات الطحلي أكثر حتى ان مستعمرة نبات الفولفوكس الكرية الشكل تشتمل على أربعة أنواع من الخلايا المتباينة في الشكل والوظيفة . شكل ١٥٢ كما يأتي :

١ - الخلايا الجسدية

Somatic cells

هذه الخلايا صغيرة جدا نسبيا ولها سوطان وتوجد على سطح الكرة الداخلي وبها تتحرك المستعمرة من مكان لآخر .

٢ - الخلايا البكرية Parthenogonidia

كل من هذه الخلايا كرية الشكل تشبه المستعمرة الأمية ومحتوياتها تنقسم عدة انقسامات لتكون مستعمرة من جديد داخل المستعمرة الأمية

٣ - عضو التذكير Antheridium

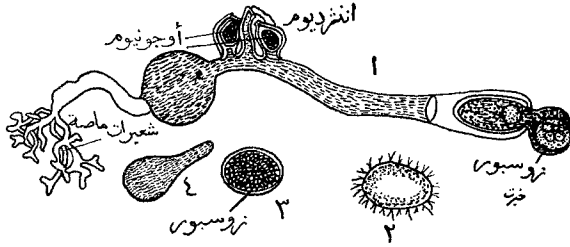
وهذه الخلايا الذكورية تنقسم محتوياتها إلى عدد من الجيطات الذكورية كل جامطة لها أهداب تساعد على العوم إلى حيث توجد البيضة الأنثوية وهناك تندمج إحدى هذه الجيطات الذكورية في البيضة ويتكون الزيجوت

٤ - عضو التأنيث Oogonium

وهي خلية كبيرة بيضية الشكل وتوجد بها نواة واحدة هي البيضة Egg

٤ - فوشيريا Vaucheria

يعيش النبات في التربة الرطبة ويظهر جلياً في الشتاء والربيع لأن الجلو يكون موافقاً لنموه ويترب من أنبوبة شريطية الشكل متفرعة ومثبتة في الوسط الذي تعيش فيه بشعيرات تمتص لها الغذاء من التربة شكل ١٥٣



شكل ١٥٤ - نبات الفوشيريا

(١) نبات كامل (٢) زوسبور (٣) زوسبور ساكن (٤) زوسبور ابتدأ النمو

والأنبوبة الشريطية وحيدة الخلية إلا في أحوال قليلة يلاحظ أن الشريط ينقسم بحاجز في موضع الإصابة وكذلك عند موضع تكون أعضاء التأنيث وأعضاء التذكير تنفصل الأنبوبة الشريطية بحاجز عن هذه الأعضاء .

والأنبوبة الشريطية تحد من الخارج بحدار خلوي مطن من الداخل بباطنة من السيتوبلازم وأما وسط الأنبوبة الشريطية فهو عبارة عن فجوة Vacuole ممتلئة بعصير خلوي Cell sap والكلوروبلاستيدات الخضراء الكثيرة والذرات الزيتية الكثيرة أيضاً تكون في الجزء الخارجي من السيتوبلازم وأما النويات الكثيرة Nuclei فتوجد في طبقة السيتوبلازم التي تلي الكلوروبلاستيدات من الداخل يتوالد نبات الفوشيريا بطريقتين كما يأتي :

التوالد اللاجنسي Asexual Reproduction

وعند مبدأ تكون الزوسبور Zoospore تتجمع المادة البروتوبلازمية في نهاية الفرع وتنفصل عنه بحاجز ويحدث بها انفجار مكون كيساً جرثومياً ممتلئاً بالجراثيم وعند ما يكمل نمو الزوسبور يفجر الكيس الجرثومي ويخرج الزوسبور والزوسبور ذو حجم كبير حتى يمكن رؤيته بالعين ومغطى بأهداب ويحتوي على كثير من الكلورو بلاستيدات والنويات . وهذه الجرثومة بعد أن تتحرك قليلاً تفرز جداراً سيلولوزياً Cellulose Wall يحيط بها وتبقى ساكنة إلى أن تنهي لها الظروف المناسبة فتكون نباتاً من جديد

التوالد التزاوجي Sexual Reproduction

يتوازي شريطان من النبات ومن كل منهما ينمو تنوء شيناً فشيناً حتى يتقابلا ويتصلبان ببعض ثم يزول الحاجز بينهما وتندمج محتويات أحدهما في الآخر فيصبح أحدهما خالياً من كل محتويات الخلية ويعتبر ذكراً وأما الخلية الثانية التي يتكون فيها الزيجوت فتعتبر أنثى .

٢ - الطحالب البنية (Phaeophyceae (Brown Algae)



شكل ١٥٥
نبات اللامناريا

هذا القسم من الطحالب تتركب أفرادها من خلية واحدة مثل دياتومز Diatoms أو من نباتات كبيرة لها ما يشبه الساق والأوراق والجذور مثل اللامناريا Laminaria شكل ١٥٥ والفيكوكس Fucus وتعيش نباتات هذا القسم طافية على وجه الماء مع الطحالب الخضراء أو أسفل سطح الماء بقليل وفي الغالب تكون مثبتة بريزويدز Rhizoids في الصخور التي في مستوى ماء الجزر فتتعرض للضوء مدة انحسار الماء ويمكنها أن تمثل الكربون الجوي بالمادة الخضراء التي توجد في خلاياها .

ومع أن هذه النباتات تشتمل على المادة الخضراء في خلاياها فإنها تبدو بلون بني ذلك لوجود المادة البنية بكثرة في الخلايا التي تغلب على اللون الأخضر

فوائدها : -

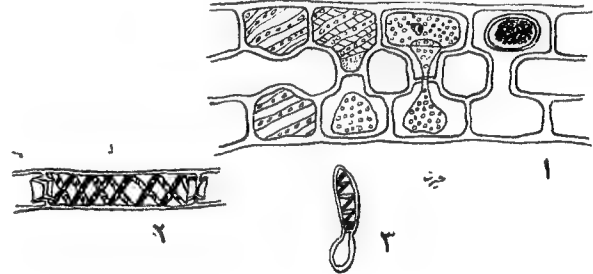
نباتات اللدياتومز بعد موتها ترسب هياكلها وتتكون منها طبقات سيليسية واللامناريا يستخرج منها كثير من اليود وكذلك تستعمل سوقها في تفتيح المجارى الطبيعية . وتستخرج البوتاسا من أفراد أخرى .

التوالد التزاوجي Sexual Reproduction

وعضوا التذكير Antheridium والتأنيث Oogonium ينموان كتنوء من نفس الأنوبة أو من فروعها . فالأول يشتمل على كثير من الكلوروبلاستيدات في قاعدته وكثير من النويات التي ينمو كل منها إلى جاميطة مذكرة وفي نهاية تكون الجميطات ينفجر جدار عضو التذكير وتخرج الجميطات وتلتف حول عضو التأنيث ولكن جاميطة واحدة فقط هي التي تخترق عضو التأنيث وتحدث التلقيح والأخصاب في البيضة ويتكون فيما بعد ذلك جرثومة تسمى أوسبور Oospore وأما الثاني فهو عضو التأنيث الذي يشتمل في بدء الأمر على كثير من الكلوروبلاستيدات وكثير من النويات ولكن جميع تلك بات تخرج منه إلا واحدة تبقى وتكون البيضة Oospore

٥ - اسبيروجيرا Spirogyra

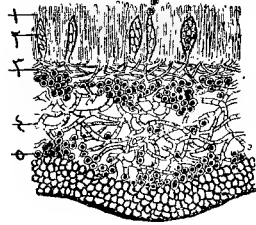
هذا النبات الطحلي يتكون من شريط من الخلايا مقسم بحواجز عرضية إلى عدة خلايا ويوجد في ماء البرك والمستنقعات . وكل خلية محوطة بجدار خلوي مطن من الداخل بطبقة من السيٲو بلازم وتشتمل على خط أو اثنين أو ثلاثة من الكلوروبلاستيدات الملتفة التفافاً لولياً ويوجد كثير من البيرونويدز Pyrenoids منغمسة في الكلوروبلاستيدات . والنواة عادة معلقة بخيوط سيتوبلازمية في جانب من الخلية أو في وسطها .



شكل ١٥٤ - نبات الاسبيروجيرا . (١) شريطان متوازيان في حالة تزاوج (٢) لاحظ تركيب الشريط (٣) جرثومة في مبدأ نموها

(٤) النباتات الآشينية Lichens

هي نباتات فطرية من نوع الاسكوميسيتز وفي النادر من البازيديوميسيتز تعيش مع أنواع الطحلب الخضراء أو البنية معيشة المعاشرة Symbiosis



شكل ١٥٧ أى أن الطحلب يحجز المواد العضوية من الجيوبامادته الخضراء ويمد به الفطر الذى يمتص المادة الغذائية من عائلته ويوصلها للطحلب وهكذا يعيشان من غير أن يضر أحدهما الآخر .

والنباتات الآشينية منتشرة في أنحاء العالم بدرجة عظيمة فهي توجد في قمم الجبال وفي المناطق الباردة والحارة والمعتدلة - مغطية الأرض والصخور وجذوع الأشجار أو متدلية من الأفرع على شكل عناقيد

وتتشكل النباتات الآشينية بأشكال عدة منها :

١ - الآشين الخيطي Filamentous Lichens
وفيها يلاحظ أن الطحالب الخيطية منسوجة مع هيفات الفطر مثل الأفيب يوبسنس *Ephebe pubescens* الذى يكسو الصخور الرطبة بطبقة سوداء .

٢ - الآشين الجيلاتيني Gelatinous lichens
وفيها خلايا الطحلب مثل النستك *Nostoc* تنتفخ مكونة كتلة لزجة غروية وتقطع بهيفات الفطر مثل الكوليما *Collema*

٣ - الآشين المختلفة الأقسام Heteromerous Lichen
ويلاحظ في هذا القسم أن الهيفات الفطرية تتداخل في بعضها وتشكائف وتكون غلافًا يحيط بالطحلب ويتميز في هذا القسم ثلاث أنواع من النباتات الآشينية

٣ - الطحالب الحمراء Rhodophyceae (Red Algae)

نباتات هذا القسم تتركب من خيوط أو نباتات كبيرة شكل ١٥٦ وهي تنمو في البحار على أعماق كبيرة



شكل ١٥٦ - نبات الكوندروس *Chondrus*

ومن أمثلة ذلك كثير وهي نبات كوندروس *Chondrus* ونبات جيغارتيت *Gigartina* أما نبات السرجاسوم فقد أخذ اسمه من اسم البحر سرجاسوم الموجود في المحيط الأطلسي وهي توجد بتكاثف عظيم يعطل الملاحة في هذا البحر وكذلك يوجد موزعًا في بعض مواضع مختلفة من البحار الأخرى والطحالب الحمراء تظهر بهذا اللون رغما عما فيها من المواد الخضراء لاحتوائها على المادة الحمراء .

وبعض الطحالب الحمراء تفرز هيكلًا تتكون منها الصخور المرجانية بعد موتها كما يلاحظ ذلك في البحر الأحمر

١ - الأشنين القشري Crustaceous lichens

النباتات الأشنية تأخذ شكل القشور وتغطي الصخور والأرض التي تحتفظها هيفات الفطر لمسافة ما

ب - الأشنين الورقي Foliaceous Lichens

هذا النوع له شكل الورقة المفصصة أو المجزأة ويتصل بالوسط الذي يعيش فيه بهيفات تنمو من وسط النبات أو من جميع سطحه السفلى

ج - الأشنين الشجيرة Fruticose Lichens

يتكون هذا الأشنين من أشربة أو خيوط ثالوثية متفرعة ومتصلة بالوسط بهيفات

التكاثر Propagation

تكاثر النباتات الأشنية بالجراثيم أو تكاثر أخضر كما يأتي :

(١) الجراثيم الفطرية تعيش مع جونيديا Gonidia الطحلب الخاص بهاميشة المعاشرة ثم تنمو في الوسط المناسب إلى نبات جديد

(٢) وقد ينفصل جزء من النبات الأشيني وينمو ويكون نباتا من جديد

(٣) وقد تحدث أيضا أن هيفات الفطر تلتف حول جونيديا الطحلب وتكون ما يسمى بالسوريديا Soredia التي تنتشر في الهواء عند ما يتمزق الأشنين ثم تسقط في الوسط المناسب وتكون نباتا جديدا

٢ - النباتات الحززية Bryophyta

تعيش نباتات هذا القسم في البقاع الرطبة مثل شواطئ البحار والأنهار وفي البرك وكذلك تنمو في البقاع الجافة على الصخور والأراضي وجذوع الأشجار وفي هذا الوقت تتشكل أشكال خاصة لتقلل التبخر وكذلك يلاحظ وجودها في الغابات الاستوائية كنباتات حلبية Epiphytes مدلاة من أفرع الأشجار .

وهذا القسم لا يتميز عن النباتات الثالوثية إلا بأعضاء التناسل المؤنثة Archegonia والمذكرة Antheridia ولذلك وضع مع النباتات السرخسية تحت اسم

الاريجونيات Archegoniatae

تقسم النباتات الحززية إلى قسمين وهما : -

(١) ليفوروت Liverwort وهي نباتات منبطحة

(٢) الموسز Mosses وهي نباتات مستقيمة .

وكلا القسمين السابقين يوجد له طور جاميطي Gametophyte يحمل الجاميطات المذكرة والجاميطات المؤنثة وطور جرثومي Sporophyte يحمل الجراثيم .

تكاثر النباتات الحززية Propagation of Bryophyta

تكاثر هذه النباتات بإحدى ثلاث طرق كما يأتي :

(١) التكاثر الخضري Vegetative Reproduction

تنمو براعم يقال لها Gemmae من خلايا الثالوث Thallus أو الساق أو الأوراق أو البروتونيا وعند ما يكمل نموها النهائي تنفصل منها وفي الوقت المناسب تنمو إلى نبات جديد .

(٢) التكاثر بالجراثيم Spore Reproduction

ينمو الطور الجرثومي متطفلا على الطور الجاميطي وعند ما يكمل نموه تتكون الجراثيم في أكياس جرثومية تنفجر وتخرج منها الجراثيم تطير في الهواء ثم تسقط في التربة المناسبة وتنبت وتغطي الثالوث الذي يحمل الجاميطات المذكرة والمؤنثة مباشرة كما في الليفوروت .

وأما في الموسز فإن الجراثيم تنمو إلى جسم خيطي يقال له بروتونيا Protonema مقسم بحواجز مائلة إلا خلايا كثيرة مشتملة على المادة الخضراء . وتنمو من البروتونيا شعيرات ماصة Rhizoids تخترق طبقات التربة لتثبت النبات ولامتصاص الغذاء من ماء وأملاح . وتنمو منه براعم تعطي نباتا هوائيا ويعتبر هذا النبات مع البروتونيا بالطور الجاميطي للموسز .

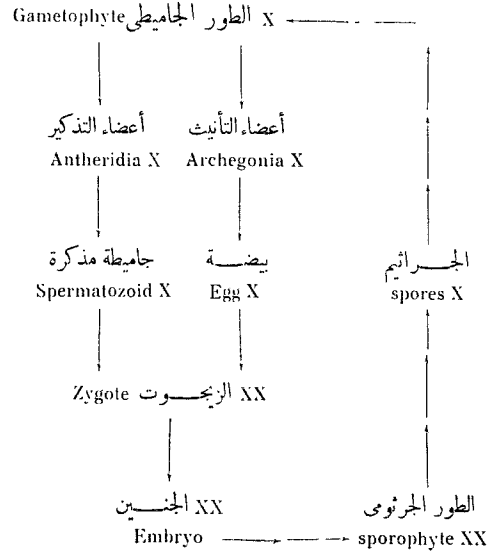
(٣) التكاثر الزواجي Sexual Reproduction

وفي الطور الجاميطي تظهر الجاميطات المؤنثة وتتلقي بالجاميطات المذكرة وينتج الزيجوت الذي يتقسم ويعطي الجنين وهذا بدوره يعطي الطور الجرثومي متطفلا

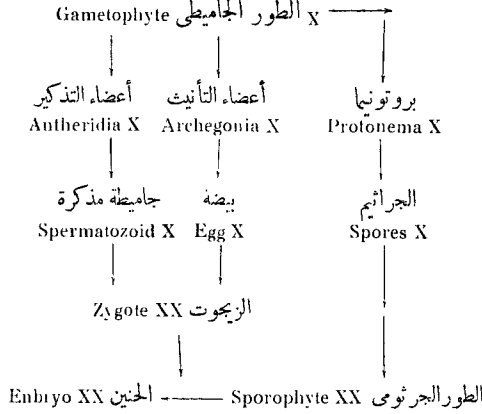
على الطور الجاميطي طول مدة حياته وعند ما يكمل نموه تنفجر جدر الكيس الجراثيمي وتخرج الجراثيم سابجة في الهواء ثم تسقط في الوسط المناسب وتنبث إلى طور جاميطي ثانيا وهكذا .

مع العلم بأن الماء ضروري لاجراء عملية الاخصاب لأن الجيطات المذكرة تسبح فيه منجذبة إلى البيضة بمادة تفرزها الاركيجونيات وهذه المادة عادة محلول سكر القصب أو مادة بروتينية أو أملاح البوتاسيوم .

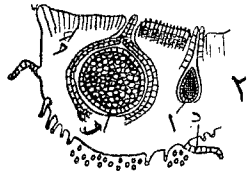
دورة حياة نبات الليفرورت



دورة حياة نبات الموسن

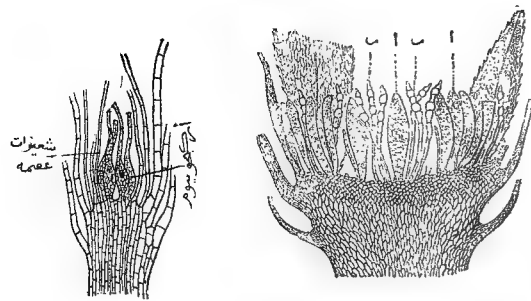


وصف نبات الليفرورت

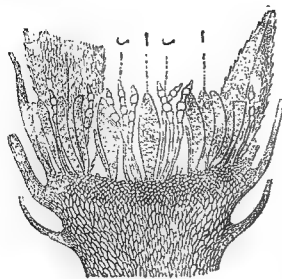


الطور الجاميطي شكل ١٥٨ في هذه النباتات هو المهم ويتركب من جسم ثالوثي منطبق قرصي الشكل يحتوي على المادة الخضراء في خلاياه وهو يتفرع تفرعات كأذبة الشعبتين - وتنمو من سطحه الأسفل شعيرات Rhizoids تثبته في التربة وتمتص الماء والأملاح النائية ويحمل على سطحه الأعلى أعضاء التذكير Antheridia وأعضاء التأنيث Archegonia وكذلك يوجد الطور الجراثيمي على هذا السطح الأعلى .

- شكل ١٥٨ - نبات الرشيا
(١) النبات الكامل (٢) قطاع في النبات
(١) الاثيرديا (ب) الطور الجراثيمي
(ج) خلايا للتمثيل الكربوني
(د) شعيرات ماصة Rhizoids

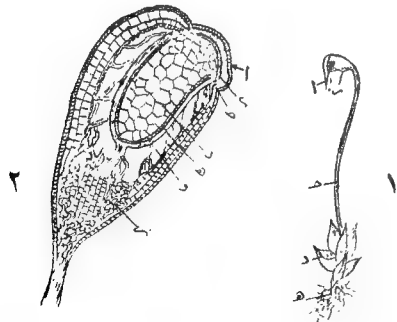


شكل ١٦١ - قطاع طول
في قبة النبات المؤنث



شكل ١٦٠ - قطاع طول في قبة النبات المذكر
(١) اثيريديا (ب) شعيرات عقمة

Capsule مشتملا على الجراثيم : يبقى النبات الجرثومي نصف متطفل على النبات
الجامعي طول مدة حياته شكل ١٦٢

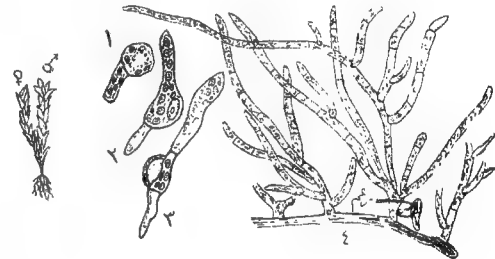


شكل ١٦٢ - (١) النبات الجرثومي (١) الكابترا (ب) الكيس الجرثومي
(ج) السيتا (د) الاوراق (هـ) الرزويدز
(٢) قطاع طول في الكيس الجرثومي (١) الغطاء (ب) ريسوم (ج) الطوق
(د) الكوليوميلا (هـ) الغرفة الجرثومية (و) فراغات هوائية (ز) القاعدة

وتخترق بشرق التالوث العليا والسفلى ثور منها الغازات الجوية إلى
أنسجة النبات لتجرى عمليتي التنفس والقتل وكذلك يخرج منها الماء على هيئة بخار
وأما أعضاء التناسل فانها تنمو من الخلايا أسفل البشرة مباشرة وتبقى هكذا
إلى أن يكمل نموها فتتفجر خلايا البشرة وخلايا الأثيريديا وتخرج الجيطات
المذكرة ساذجة نحو الأركيجونيا .

وصف نبات الموسز Description of Mosses

لما سبق عرف أنه ينمو من البروتونيا ساق رفيعة خضراء اللون تحمل أوراقا
خضراء شكل ١٥٩ مرتبة عليه ترتيبا لوليا ومكونة من طبقة واحدة من الخلايا



شكل ١٥٩ - البروتونيا ونبات الموسز المذكر والمؤنث
(١) و (٢) و (٣) جرثومة نامية (٤) بروتونيا وعليها برعم

وفي قبة الساق أعضاء التذكير Anthridia شكل ١٦٠ أو أعضاء التأنيث
Archegonia شكل ١٦١ منسدة بين الأوراق الخضراء ومختلطة بالشعيرات
العقمة Paraphyses ويتصل النبات بالوسط الذي يعيش فيه بالشعيرات الماصة
Rhizoids الذي يمتص الماء وما يذوب فيه من الأملاح .

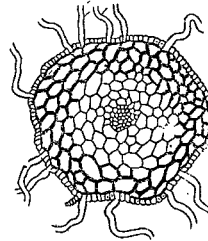
وعندما تلتحق البيضة بالجامطة المذكرة يتكون الزيجوت الذي ينقسم عدة
انقسامات وتعطي الجنين الذي يكون بدوره الطور الجرثومي الأخضر اللون
جزؤه الأسفل يكون القاعدة foot مغرسة في نسج الأركيجونيوم وفي قبة
الساق وجزؤه الأعلى ينمو ويكون الحامل Seta الذي ينتهي بالكيس الجرثومي

تشريح الساق Anatomy of Stem

توجد في مركز الساق خلايا ضيقة تمثل الحزم الوعائية ولكن لا يوجد بها أوعية Vessels أو قصبيات Tracheides أو أنابيب غربالية Sieve tubes كما هو معروف في النباتات الراقية وهذه الخلايا تستعمل في رفع العصارة إلى جميع

أجزاء النبات وفي توزيع المواد المجهدة من الهواء الجوي إلى أعضاء النبات المختلفة .

وتحاط هذه الخلايا بنسيج يمثل القشرة وتركب من خلايا عديمة البروتوبلازم متصلة بعضها ببعض وكذلك بالهواء الجوي بقنوب واسعة وجدرانها الخلوية المغلظة تغليظ لوليا تزيد في تصلبها . شكل ١٦٣



شكل ١٦٣

٣ - النباتات السرخسية Pteridophyta

يعيش كثير من النباتات السرخسية مثل كزبرة البئر Adiantum والرصن Selaginella وذب الحصان Equisetum في الأماكن المظلمة الرطبة مثل البيوت الزجاجية (الصوبات) وعلى جدران الآبار - وهذه النباتات تزرع للزينة وليس لها أهمية اقتصادية في هذا الوقت مع أنها في العصور الجيولوجية كانت لها قيمتها إذ كانت تكون غالبية النباتات الموجودة على سطح الأرض وكان معظمها أشجار ضخمة كبيرة الحجم والجزء الأكبر من طبقات الفحم مكون من السرخسيات وهذا القسم من المملكة النباتية فيه الطور الثالوثي Thaloid stage (ثالوثي) قلي الشكل ويعيش لمدة قصيرة ويسمى بالطور الجاميطي Gametophyte بينما الطور الجرثومي Sporophyte يعيش لمدة طويلة مستقلا عن الطور الجاميطي ولا يتطفل عليه إلا في مبدأ حياته .

وتتميز النباتات السرخسية بأن سوقها وأوراقها وجذورها حقيقية ويظهر في تشريحها الداخلي وجود الحزم الوعائية ولذلك أطلق عليها Vascular Cryptogams أي النباتات اللازهرية ذات الحزم الوعائية

تكاثر النباتات Propagation of plants

تكاثر النباتات السرخسية بأحدى الطرق الآتية .

(١) التكاثر الخضري Vegetative Reproduction

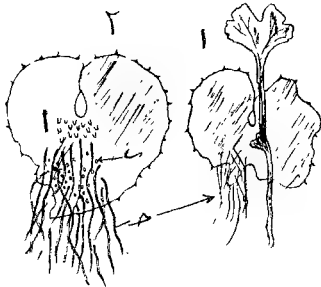
ينمو تحت سطح الأرض ساق يعرف بالريزوم Rhizome يتفرع فيكون نباتا جديدا

(٢) التكاثر اللازواجي Asexual Reproduction

تظهر على أوراق النباتات السرخسية بثرات Sori سمراء اللون هي مجموعة أكياس جرثومية Sporangia مماثلة بالجراثيم فعندما يكمل نموها تتمزق البثرات وتنفجر الأكياس الجرثومية وتخرج منها الجراثيم Spores سائجة في الهواء حتى تجد الجو المناسب من تربة رطبة وغذاء كاف فتنبت وتغطي الجسم الثالوثي Gametophyte الذي يحمل أعضاء التذكير والتأنيث على سطحه الأسفل

(٣) تكاثر تزاوجي Sexual Reproduction

تنمو الجرثومة فغطى الطور الجاميطي (الثالوثي) وهو قلي الشكل أخضر اللون يمتص الماء من جميع جسمه ويوجد على سطحه السفلي بالقرب من الوسط أعضاء



شكل ١٦٤

(١) الطور الجرثومي ينمو على الطور الجاميطي (٢) الطور الجاميطي (١) اركيجونيا (ب) اثريديا (ج) ريزويدز

التأنيث Archegonia كل منها يشتمل على بيضة واحدة one egg وأما أعضاء التذكير Antheridia فتنتشر على هذا السطح السفلي وكل منها به كثير من الجيطات المذكرة الهدية .

وتتم أيضا من هذا السطح السفلي كثير من الممصات يقال لها ريزويدز Rhizoids تستعمل في تثبيت النبات وامتصاص الغذاء له شكل ١٦٤ وعندما تبلغ أعضاء التذكير وأعضاء التأنيث نهاية عمرها ينفجر جدار (الأنثريديوم) وتخرج الجيطات المذكرة منه وتقوم بأهدابها في الوسط المائي نحو البيسة منجذبة اليها بمادة تفرز منها مثل حمض الستريك Citric acid وحمض الماليك Malic acid وقد تكون مادة قلوية Alkaloid وبعد عملية الأخصاب والتلقيح ينتج الزيجوت الذي يكون فيما بعد الطور الجرثومي

Sporophyte

وصف النبات الجرثومي

Description of Sporophyte

(١) الساق Stem

كثير من الفرنز Ferns له سيقان أرضية ريزومية Rhizomes شكل ١٦٥ تنمو تحت سطح الأرض موازية له أو متعامدة معه وفي قليل من الأحيان تتفرع هذه الريزومات - وهي مقسمة إلى عقد وسلاميات وعند العقد تنمو منها الأوراق أما الريزومات القصيرة المتعامدة على سطح الأرض فسلامياتها قصيرة جداً والأوراق مزدحة عليها ومرتبعة ترتيباً لولياً

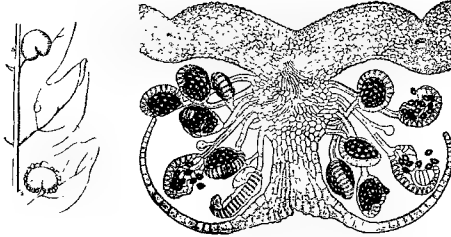
(٢) الورقة Frond

تغطي الورقة الصغيرة بشعيرات حشفية سمراء وتكون ملتوية وعند انفراد النصل Blade تزول الشعيرات منه ولا تبقى إلا على العنق Petiole وعلى قاعدة الورقة Leaf base والورقة إما بسيطة أو مركبة ريشية وتظهر على امتداد العروق بثرات سمراء



شكل ١٦٥ - نبات جرثومي
(أ) ريزوم (ب) ورقة صغيرة (ج) ورقة

Sori وهي مجموعة أكياس جرثومية Sporangia ممتلئة بالجراثيم مغطاة عادة بغطاء رقيق يسمى اندويسيوم Indusium والأكياس الجرثومية تنمو من موضع في العروق يسمى مشيمة Placenta شكل ١٦٦



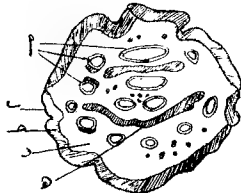
شكل ١٦٦ - ورقة عليها بثرات وقطاع في ثرة (لاحظ تركيبها)

٣ - الجذور Roots

كل جذور النباتات السرخسية عرضية تنمو في الساق بالقرب من قواعد الأوراق وتكون عادة سوداء اللون وتتفرع في الغالب قمتها النامية إلى فرعين

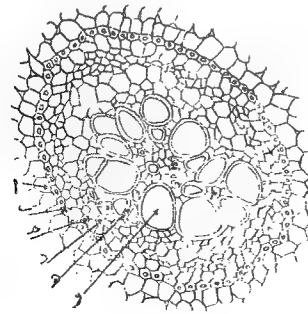
تشريح الساق: Anatomy of stem

يوجد داخل البشرة نطاق من الخلايا الاسكليرنشيكية Sclerenchyma cells وتوجد هذه الخلايا أيضا بين الحزم الوعائية .. والنسيج الأساسي Ground tissue يتركب من خلايا بارنشيمية والحزم الوعائية منتشرة فيه شكل ١٦٧ وكل حزمة



شكل ١٦٧ - قطاع عرضي في ساق حديث
(أ) حزم وعائية (ب) البشرة (ج) تحت البشرة
(د) القشرة (هـ) خلايا اسكليرنشيكية

Stele محوطة بطبقة الأندوديرمس وطبقة داخلها من البريسكيل ثم يوجد داخل البريسكيل برانشيماء اللحاء Phloem والأنابيب الغربالية التي تحصر بينها الخشب Xylem المكون من نسيج برانشيمي Parenchymatous tissue وقصبيات Tracheides مع العلم بأن الخشب الأولي يتربك من خشب أول Protoxylem ذى عناصر ضيقة وخشب ثانى Metaxylem ذى عناصر واسعة شكل ١٦٨



شكل ١٦٨ - قطاع عرضي في حزمة
(أ) القشرة (ب) الأندوديرمس (ج) البريسكيل
(د) اللحاء (هـ) الخشب الأول (و) الخشب الثانى

٤ - النباتات البزيرية Spermatophyta

(١) النباتات معراة البزور The Gymnosperm

سمى هذا القسم بمعراة البزور لأن الكرابل فيه غير مقسمة إلى مبايض Ovaries وأقلام Styles ومياسم Stigma كما هو معروف في النباتات المغطاء البزور وهو الوصلة بين النباتات السرخسية والنباتات المغطاء البزور وأزهارها وحيدة الجنس Unisexual وليس لها أغلفة زهرية Perianth إلا في نبات الأفيدرا Ephedra الذى يوجد في برج العرب بمربوط وهو نبات شجيرى تابع للعائلة Gnetaceae

فيوجد لأزهاره أغلفة زهرية والأزهار وحيدة الجنس والنباتات في العادة وحيدة المسكن وقد تكون ثنائية المسكن

والنباتات المعراة البزور تنقسم إلى العائلات الآتية :

١ - العائلة المخروطية Conifer مثل الصنوبر Pinus

٢ - العائلة السيكلادى Cycadaceae مثل نبات السيكلادز Cycads

٣ - العائلة اليناسى Gnetaeae مثل نبات الأفيدرا Ephedra

ونكتفى هنا بوصف نبات الصنوبر :

الجذر Root

ينمو الجذير Radicle إلى الجذر الأصلي Main root إلا أنه يتفرع منه أفرع جانبية تنمو بقوة فتسبب في الطول وهذه تفرع بدورها حتى يتكون المجموع الجذرى للنبات . والشعيرات الجذرية تكاد تكون معدومة لأن طرف الجذر يغطى عادة ببيقات فطرية تقوم مقام الشعيرات الجذرية وتعيش مع النبات معيشة المعاشرة .

الساق Stem

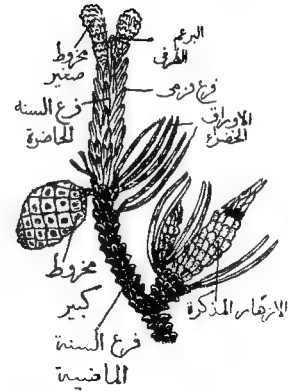
الساق خشبية اسطوانية الشكل وتغطى عادة بأوراق حشفية Scale leaves تخرج من أباطها براعم Buds تتكشف عادة كل سنة عن أفرع ذات نمو غير محدود وينمو منها أيضا أفرع قزمية ذات نمو محدود تنتهى بأوراق إبرية شكل ١٦٩

الورقة Leaf

الأوراق التي توجد على ساق نبات الصنوبر نوعان :

الأول : الأوراق الخضراء العادية إبرية الشكل Needle-like وتنتهى بها الساق القزمية وعددها يختلف باختلاف النباتات ففي نبات Pinus Sylvestris توجد ورقتان فقط ينتهى بهما كل فرع قزمى . وهى تعمر عدة سنوات على النبات ولذلك يعد الصنوبر من النباتات دائمة الاخضرار Evergreen plant ولو حدث أن سقطت هذه الأوراق من الساق فعناها أن السوق القزمية انفصلت من الساق الأصلي تماماً .

الثانى : أوراق الحشفية Scale leaves وهى أوراق سمراء اللون خالية من المادة الخضراء وهى تغطى السوق ذات النمو الغير محدود والأفرع القزمية



شكل ١٦٩ - نبات الصنوبر

التشريح Anatomy

١- القمة النامية في الساق والجذر Growing point of stem and Root

إذا عملنا قطاعاً طويلاً في قمة الجذر النامية أو قمة الساق النامية نلاحظ أن طبقة القشرة والبشرة تنشأ من أصل واحد هو البريلم Periblem إذ لا يمكن أن نميز بين البريلم والدرماتوجن . وأما الحزم الوعائية والنخاع والشعاع النخاعي فتنشأ من البليروم .

٢ - تشريح الجذر Anatomy of Root

القطاع العرضي في جذر يظهر الطبقات الآتية من الخارج إلى الداخل

(١) الغلاف الخارجي Piliferous layer

وهي طبقة واحدة من الخلايا لا تعمر طويلاً وتنشأ من البريلم وتظهر في الجذر الحديث فقط

(٢) القشرة Cortex

وهي خلايا بارنثيمية واسعة النطاق وتحد من الداخل بطبقة دائرية

وهي الأندوديرمس التي تحيط الأسطوانة الوعائية

(٣) البريسكل Pericycle

هي التي تلي الأندوديرمس من الداخل مباشرة وتترب من عدة طبقات من الخلايا البارنثيمية التي تتحول إلى خلايا انشائية فيتكون من طبقاتها الخارجية الفلين وأما الجذور الثانوية فتنشأ من خلايا داخل طبقات الفلين .

(٤) الحزم الوعائية Vascular Bundles

الحزم الوعائية من النوع القطري Radial Bundle لأن الخشب Xylem واللحاء Phloem متبادلان وكل منهما يتركب من حزمين أو أربع أو ست حزم وعندما يتقدم الجذر في العمر يلاحظ تكوين الكامبيوم بين الخشب الداخل واللحاء الخارجى ويمطى خشباً ثانوياً لجهة الداخل ولحاء ثانوياً لجهة الخارج والخشب يكون عادة على شكل V ويوجد بين زراعيه قنوات راتنجية Resin passages واللحاء أيضاً لا يوجد به خلايا مرافقة

(٥) النخاع Pith

أما النخاع Pith فقد يكون معدوماً بالمرة

٣ - تشريح الساق Anatomy of stem

إذا عملنا قطاعاً عرضياً في ساق حديث كفاً في شكل ١٧٠ نلاحظ أنه يتركب من الخارج إلى الداخل مما يأتي :

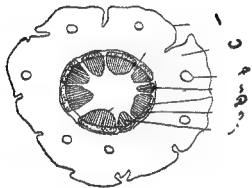
(١) طبقة البشرة Epidermis

وهي تتكون من خلايا حية متراص

بعضها بجانب بعض ومغطاة من الخارج

بطبقة من الكيوتين وقد يوجد بها

ثغور بين خلاياها .



شكل ١٧٠ قطاع عرضي في ساق حديث
(١) البشرة (ب) القشرة (ج) قناة راتنجية (د) الأندوديرمس (هـ) البريسكل (و) اللحاء (ز) الخشب

(٢) تحت البشرة Hypodermis

قد توجد خلايا إسكليمريثيمية أسفل طبقة البشرة تسمى تحت البشرة وهي تزيد في تقوية الساق

(٣) القشرة Cortex

مكونة من طبقات من الخلايا منتشرة فيها المجارى الراتنجية . وتحد من الداخل بنطاق الأندوديرمس

(٤) البريسكل Pericycle

وهو خلايا حية بارثيمية Parenchyma

(٥) الحزم الوعائية Vascular bundles

الحزم الوعائية مفتوحة ذات الجانب ومتراص بعضها بجانب بعض في شكل دائري

يكون الخشب Xylem خاليا من الأوعية Vessels وهو يتركب من القصيات Tracheides ذات الجدر المنقرعة تقريبا مضاعفا Bordered pits إلا في الخشب الابتدائي Primary xylem فإن هذه القصيات ذات نقر حلزونية Spiral pits وحلقيا Annular pits واللحاء يتركب من أنابيب غربالية وخلايا بارثيمية ولا وجود للخلايا المرافقة .

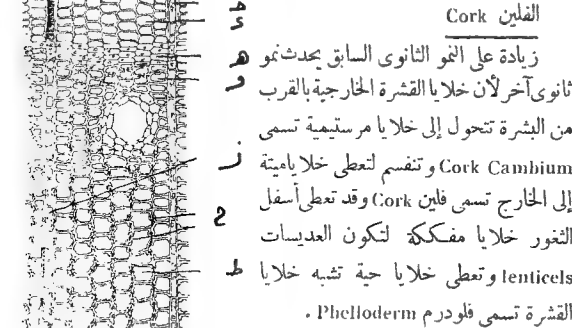
هذان الخاصتان عدم وجود أوعية Vessels في الخشب وعدم وجود خلايا مرافقة في اللحاء تقرب النباتات المعراة البزور من النباتات السرخسية وتبعدها عن النباتات المغطاة البزور مع أنها مشتركة معها في كثير من الصفات مثل النمو الثانوي وترتيب الحزم

القنوات الراتنجية Resin passages

وهي عبارة عن قنوات محوطة بخلايا إفرازية Epithelial layer وهي توجد منتشرة بين خلايا القشرة وخلايا الخشب الابتدائي والثانوي النمو الثانوي في الساق secondary thickening in stem يشبه النمو الثانوي في سوق معراة البزور ما يحدث من النمو الثانوي لسوق النباتات

ذات الفلقتين إذ يتجدد الكامبيوم بين اللحاء والخشب Fascicular Cambium وتنشأ أيضا خلايا مرستيمية من خلايا الشعاع النخاعي البالغة ويتكون من ذلك كامبيوم ثانوي يسمى Interfascicular Cambium وهكذا تتكرر هذه العملية إلى أن تتكون حلقة من الكامبيوم الثانوي تغطي لحاء ثانويا جهة الخارج

دافعة اللحاء الابتدائي نحو القشرة وتغطي خشبا ثانويا جهة الداخل دافعا الخشب الابتدائي جهة مركز الساق شكل ١٧١



٤ - تشريح الورقة Anatomy of Leaf شكل ١٧١ قطاع عرضي يرى النمو الثانوي لو عملنا قطاعا عرضيا في ورقة الصنوبر (أ) القشرة (ب) اللحاء الأولي (ج) و (ز) الشعاع النخاعي (د) اللحاء الثانوي (هـ) الكامبيوم (و) خشب الخريف (ط) خشب الربيع (ح) قصبات ذات نقر مضقوفة

(١) البشرة Epidermis

تغطي الورقة من الخارج ببشرة Epidermis قصبات ذات نقر مضقوفة ذات خلايا جدرها مخنثة مغلفة من الخارج بطبقة الكيوتين Cuticle وإنما يتخلل خلاياها عدة ثغور غائرة في البشرة .

(٢) تحت البشرة Hypodermis

داخل البشرة توجد خلايا إسكليمريثيمية يقال لها تحت البشرة التي تتقاطع بفرغات الثغور الهوائية Air spaces

هذه الصفات تضم نباتات الصنوبر إلى النباتات الصحراوية . لأنها تساعد على تقليل النتح .

الزهرة المذكرة Male flower

تظهر الأزهار المذكرة في أباط الأوراق الحرشفية مبكرة أى ما يقرب من أوائل مايو وهى تحمل محل الأفرع الفرمية .

المحور الزهرى الذى يقابل النتح فى النباتات المغطاة البزور يحمل أوراقا حرشفية مرتبة عليه فى نظام لولبي وينمو من أسفل كل ورقة حرشفية كيسان لقاحيان Pollen grains 2 ، تمتلئ كل منهما بحبوب اللقاح .

حبة اللقاح فى بدء أمرها تكون وحيدة الخلية ولها غلافان خارجي Exine وداخلي intine وبعد ذلك ينمو الغلاف الخارجى على كلا الجانبين مكونا جرابين

هو اثنين 2 air bladders شكل ١٧٣

يمكن أن نقارن الزهرة المذكرة لنبات الصنوبر بمثلتها فى مغطاة البزور فنقول إن :

١ - المحور الزهرى المقابل للنتح ذو سلاميات طويلة

٢ - الورقة الحرشفية المقابلة للسداة

لا يتميز فيها خيط filament ولا متمك Anther

٣ - يوجد كيسان لقاحيان ولكن المتمك فى مغطاة البزور يوجد به أربعة أكياس لقاحية

٤ - حبة اللقاح Pollen grain بها

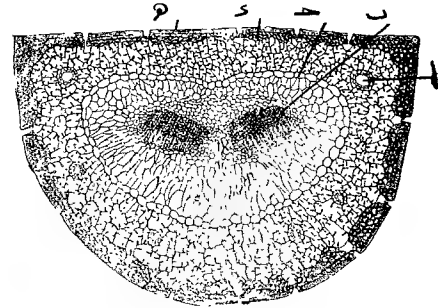
جرابان هوائيان 2 air bladders

٥ - لا يوجد للزهرة أغلفة زهرية (٣) حبة لقاح

Floral perianth

الزهرة المؤنثة Female flower (cone)

وبعد ظهور الأزهار المذكرة بقليل تنمو الأزهار المؤنثة من البراعم



شكل ١٧٢ - قطاع عرضى فى ورقة

(١) القناة الراتنجية (ب) الحزمة الوعائية (ح) الأندوديرمس

(د) تحت البشرة (هـ) البشرة

تخلل المجارى الراتنجية النسيج الميزوفيل أسفل تحت البشرة

(٣) النسيج الميزوفيل Mesophyll

يتركب هذا النسيج من خلايا متشابهة تماما فلا تتميز إلى خلايا عمادية Palisade cells وخلايا إسفنجية Spongy cells وينمو من جذرها زوائد سيلولوزية ويشتمل على عدد وافر من الكلوروبلاستيدات وحييات النشا . ويحد من الداخل بدائرة الأندوديرمس .

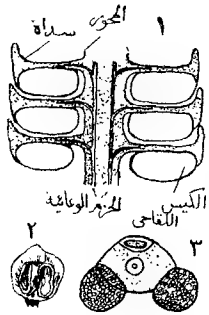
(٤) البريسكين Pericycle

هذا النسيج يتركب من طبقات كثيرة من الخلايا البارانشيمية والخلايا "لاسكليرنشيمية" وهى تحيط بالحزم الوعائية .

(٥) الحزم الوعائية Vascular bundles

تتركب من خشب خال من الأوعية جهة الجانب العلوى المستوى والحاء خال من الخلايا المرافقة جهة الجانب السفلى المحدث .

مما سبق عرفنا أن شكل الورقة إبرى Needle-like والثغور غائرة Sunken - stomata وأنه توجد تحت بشرة وتركيب الحزم الوعائية بسيط كل



شكل ١٧٣

(١) النورة المذكرة (٢) سداة

(٣) حبة لقاح

وينمو من المشيمة غلاف واحد Single integument يحيط بالنيوسيلة من كل الجهات إلا جهة المحور حيث تترك فتحة واسعة تسمى النقيير Micropyle تدخل منه حبة اللقاح وتندغم في النيوسيلة لمدة سنة وفي السنة التالية تبدأ أنبوبة حبة اللقاح في النمو ويحصل الإخصاب فيتكون الزيجوت لذلك يعطى الجنين ويكون الأخير عادة محوط بالاندوسبرم أما النيوسيلة فإنها تزول وتنمحي بالمرّة واما غلاف البويضة فإنه ينمو ليصير قصرة وبذلك تتم عملية تكوين البزور في نبات الصنوبر .

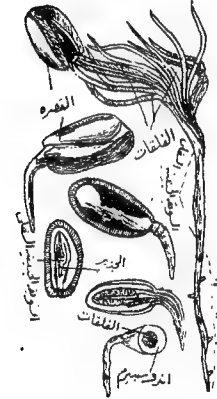
البزرة وانباتها Seed and germination

البزرة بيضية الشكل مغطاة بقصرة تحيط بالجنين المنغرس وسط الاندوسبرم الأبيض . والجنين هنا يتركب من جذير طرفه متجه نحو الميكرويل وريشة أثرية بين الفلقات الكثيرة .

الانبات :

عندما تبدأ عملية الانبات يظهر الجذير متنبثاً من القصرة وضارباً في التربة وتستطيل السويقة الجنينية السفلى إلا أنها تحنى في بدء الأمر ثم تستقيم حاملة الفلقات والريشة والقصرة فوق سطح الأرض وعلى ذلك يقال للانبات Epigeal germination هوأى

شكل ١٧٥



شكل ١٧٥ - بزرة الصنوبر وبادراتها

(٢) مغطاة البزور Angiosperm

قبل البدء في تقسيم مغطاة البزور إلى عائلات وشرح بعضها يجب أن نعرف شيئاً عن النورة والزهرة والثمرة والبزرة لأنها تفيدينا في هذا القسم

الباطية في قمة الساق حالة محل الأفرع الغير محدودة وتكون الأزهار في هذه السنة ذات لون محمر بالنسبة للون الحراشيف التي تغطي المحور الزهرى وفي السنة الثانية أى في الفترة بين عمليتي التلقيح pollination والأخصاب Fertilisation تعترى البويضة والنورة (المخروط cone) عدة تغيرات .

المخروط يصبح أخضر ويزيد في الحجم نتيجة زيادة المحور الزهرى والمشائم في الحجم . وأما الحراشيف الكרבالية فتبقى صغيرة أثرية وتترتب على محور النورة الأوراق الحرشفية Carpellary scales بنظام لولبي وينمو في إبط كل منها تنوء . يقال له (ovuliferous scales) وكل تنوء تنمو منه بويضتان Ovule على سطحه العلوى ولذلك يعتبر كل تنوء مشيمة

Placenta

البويضة Ovule

في بدء الأمر تشتمل البويضة على جسيدين صغيرين كل منهما يسمى النيوسيلة Nucellus التي تنمو إحدى خلاياها القاعدية وتكون خلية الكيس الجنينى Embryo - sac cell شكل ١٧٤



شكل ١٧٤

(١) النورة المؤنثة (٢) الكربة

النورة Inflorescence

إذا نما البرعم الطرفي وكون زهرة كما في نبات الخشخاش تسمى هذه الزهرة وحيدة طرفية Solitary terminal flower وإذا نما البرعم الأبطي وكون زهرة كما في نبات عين القط Anagallis والمبسكس سميت هذه الزهرة وحيدة أبطية Solitary axillary flower وقد توجد الأزهار مجمعة على المحور الزهرى Peduncle كما في الترمس والحلة والجعضيض ويسمى هذا المحور بما عليه من

الأزهار بالنورة Inflorescence

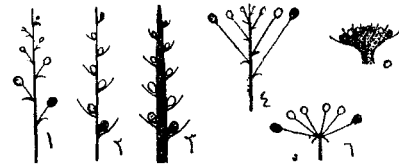
والورقة التي تنمو من إبطها الزهرة تسمى بالقنابة Bract وإذا وجدت أوراق على قع الزهرة تسمى قتيبات Bracteoles والنورات أنواع:

١ - النورة غير المحدودة Racemose

٢ - النورة المحدودة Cymose

١ - النورة غير المحدودة Racemose

النورة غير المحدودة فيها البرعم الطرفي يستمر في نموه ويعطى أزهارا جانبية أصغرنا سنا بالقرب من القمة وتكبر تدريجيا كلما بعدت عنها شكل ١٧٦ وهذا النوع من النورات إما أن يكون بسيطاً أو مركباً



شكل ١٧٦ - النورات غير المحدودة

(١) عنقودية (٢) السنبلية (٣) اغريضية (٤) مشطية (٥) هامة (٦) خيمية

أولاً - النورة البسيطة Simple inflorescence

(١) النورة السنبلية Spike وفيها يلاحظ أن المحور رفيع غير متضخم

وتحمل أزهاراً جالسة مثل نبات لسان الحمل

(٢) النورة الاغريضية Spadix هذه النورة لها محور أصلي غصن يحمل أزهاراً جالسة مؤتة عند القاعدة ويعلوها منطقة شعيرات عقيمة وبعد ذلك توجد أزهار مذكرة وطرف المحور خال من الأزهار البتة مثل نورة القلقاس ويغلف المحور بما عليه من أزهار بقينه spathe ثخينة ذات ألوان مختلفة وأشكال متباينة تبعاً للنباتات

(٣) النورة الراسيم Raceme وهي النورة التي تكون فيها الأزهار مقمعة

وأقاعها متساوية تقريباً في الطول مثل حنك السبع Antirrhinum

(٤) النورة المشطية Corymb ويلاحظ في هذه النورة أن المحور الأصلي يحمل أزهاراً ذات أقماع ليست متساوية بمعنى أن أكبر الأزهار التي تكون في القاعدة يكون لها أطول الأقماع وأصغرهما الموجودة بالقرب من القمة يكون لها أقصر الأقماع وهذا الترتيب يجعل جميع الأزهار في مستوى واحد تقريباً .

(٥) النورة الخيمية Umbel يلاحظ أن الشمراخ يكون ذا سلاميات قصيرة جداً وعقد متقاربة تخرج منها أقماع الأزهار ولذلك تظهر الأزهار كأشياء في مستوى واحد أكبرها يكون في الدائرة الخارجية وأصغرها يكون في مركز الدورة مثل زهرة الربيع Primula

(٦) النورة الهامة Capitulum وهي قصيرة الشمراخ والأزهار فيها جالسة وتغلف غالباً بأوراق خضراء تسمى قلافة Involucre وقد تكون أزهارها على نوعين الأول أزهار قرصية (أنبوية) عند المركز والنوع الثاني أزهار شعاعية عديدة الجنس Neutral تحيط بالأولى مثل عباد الشمس وقد تكون شعاعية جميعها كما في الجعضيض أو أنبوية جميعها كما في البرجمان وقد تكون لكل زهرة من هذه الأزهار قنابة تخرج من إبطها

ثانياً: نورة غير محدودة مركبة Compound racemose

وفيها المحور الأصلي يحمل أفرعاً ثانوية تحمل أزهاراً ومنها:

(١) النورة السنبلية المركبة يلاحظ أن المحور الأصلي فيها يتفرع إلى

شباريخ ثانوية كل منها يحمل أزهاراً جالسة كما في القمح والشعير

(٢) النورة الاغرضية المركبة وفيها محور النورة يصبح غضاً ثخيناً ويحمل شباريح ثانوية بدلا من الأزهار ويغلف بقينة مثل التخليل ويلاحظ فيها أن الأزهار وحيدة الجنس Unisexual والنبات جميعه ثنائى المسكن

(٣) النورة العنقودية المركبة وفيها يرى أن فقه المحور الاصلى تستمر في استطالتها وتعطى نورات أخرى جانبية بدلا من الأزهار ويكون أكبر النورات الثانوية عند القاعدة واصغرهما عند القمة مثل الشوفان Avena

(٤) النورة الخيمية المركبة ويلاحظ في هذه النورة أن المحور الاصلى بدلا من أن يحمل أزهارا يحمل شباريح ثانوية تنتهى بأزهار خيمية وقد تحيط قاعدة الشماريح الاصلى عدة أوراق خضراء تسمى بالقلقة Involucre مثل الخلد

٢ - النورة المحدودة Cymose

النورة المحدودة سميت بهذا الاسم لأن قممها النامية تحد بزهرة أو نورة شكل ١٧٧ والبراعم الموجودة في أباط الأوراق اسفل القمة النامية تعطى أفرعا جانبية تنتهى بزهرة وهكذا ولها أنواع :



شكل ١٧٧ - أشكال النورة المحدودة

- (١) كاذب الشعبة منجل (٢) كاذب الشعبة عقربى
(٣) كاذب الشعبتين (٤) كاذب الشعب

(١) وحيدة الشعبة Monochasium وفيها المحور الاصلى ينتهى بزهرة ويخرج من إبط الورقة أسفل القمة النامية فرع ينتهى بزهرة وهكذا تستكرر العملية مثل البتونيا

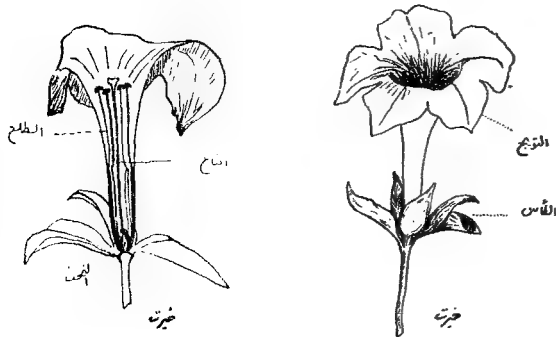
(٢) ثنائى الشعبة Dichasium وفيها المحور الاصلى ينتهى بزهرة واسفل

هذه الزهرة مباشرة قناتان متقابلتان يخرج من إبط كل منهما محور ينتهى بزهرة هكذا تستكرر العملية مثل نبات الجنين Haplophyllum tuberculatum ونبات الرقيقة Gypsophila rokejeka وهما نباتان صحراويان يوجدان في معظم صحارى مصر وفى وادى دجلة ووادى حوف

(٣) عديد الشعب polychasium المحور الاصلى في هذه النورة ينتهى بزهرة والقناتات الموجودة على العقدة اسفل القمة في نظام سوارى وبراعمها الايطية تعطى أفرعا ثانوية تنتهى بزهرة وهذه العملية تكرر عدة مرات مثل نبات أم اللبن Euphorbia

الزهرة Flower

قد يتكشف البرعم الايطى أو الطرفى عن أزهار مباشرة أو عن محور يحمل أزهارا. والزهرة هي أفرخ النبات الذى توقف عليه عملية التناسل. و بمعنى آخر يمكن القول إن الثمار والبزور نتيجة عمل الزهرة والزهرة النموذجية شكل ١٧٨ تتركب من أربع محيطات مرتبة على النخت Torus في دوائر من الخارج إلى الداخل كما يأتى :



شكل ١٧٨

- ١ — الكأس Calyx ويتركب من سبلات Sepals
- ٢ — التويج Corolla ويتركب من بتلات Petals
- ٣ — الطلع Androecium ويتركب من أسدية Stamens
- ٤ — المتاع Gynaecium ويتركب من كربلات Carpels
- ١ — الكأس Calyx

هو المحيط الخارجي في الزهرة ويكون في العادة أخضر اللون لوجود مادة الكلوروفيل فيستعمل زيادة على حماية البعز الزهرى في تمثيل الكربون الجوى وفى بعض الأحيان يلاحظ أنه يكون بألوان التويج ويقال بتلى Petaloid ويستعمل لجذب الحشرات الى الزهرة . والسبلات إما أن تكون سائبة بعضها من بعض وتسمى Polysepalous وإما أن تكون متحدة ويقال لها ملتحمة السبلات Gamosepalous

والكأس اما أن يستديم على التخت حتى بعد عملية التلقيح والاختصاب وتكون الثمار والبزور ويسمى الكأس مستديماً Persistent مثل زهرة القبول وقد يسقط بمجرد تفتح الكأس الزهرى ويسمى في هذه الحالة غير مستديم Caducous وقد ينمو ويحيط بالثمرة مكوناً جراباً هوائياً يساعد على انتشار الثمار كما في نبات القند Astragalus forskalii

وقد يتحول إلى شعيرات Pappus تساعد على انتشار الثمار كما في الجمعضيض Sonchus oleraceus ويوجد في بعض الأزهار مثل أزهار التيل والقطن والشايك محيط آخر خارج محيط الكأس ويشبهه ويسمى تحت الكأس Epicalyx

٢ — التويج Corolla

هو المحيط الزهرى الذى يلى محيط الكأس من الداخل ويتركب من البتلات ذات الألوان المختلفة التى تجذب الحشرات إلى الزهرة لتغذى بالرحيق Nectar المفرز من الغدد الزهرية أو تغذى بحبوب اللقاح وبذلك تساعد على التلقيح الخلطي

والبتلات إما أن تكون سائبة وتسمى Polypetalous كما في نبات السبل Zilla spinosa ونبات الجريبة Farsetia aegyptiaca أو تكون متحدة وتسمى Gamopetalous مثل البتونيا Petunia والعليق Convolvulus sp. وقد تنمو بعض البتلات إلى شكل مهزاز Spur مثل زهرة البنفسج والعائق

المحيطات الأساسية Essencial whorls

٣ — الطلع Androecium

وهو عضو التذكير في الزهرة ويتركب من أسدية وكل سداة لها خيط Filament ويتصل بالتخت ويحمل المتك Anther في قمته وكل متك له فصان 2 anther lobes ويتصل الفصان بالخيطة في نقطة خاصة تسمى الموصل Connective tissue وكل فص يوجد به كيسان لقاحيان 2 pollen sacs تتولد في كل منهما حبوب اللقاح Pollen grains

ويقلب أن تكون الأسدية سائبة تماماً بعضها عن بعض كما في نبات الكيس الراعى Capsella - bursa pastoris وقد تكون متحدة الخيوط وسائبة المتوك مثل نبات القطن والتيل وقد تكون سائبة الخيوط ومتحدة المتوك كما في نباتات العائلة المركبة Compositae

٤ — المتاع Gynaecium

المتاع وهو عضو التأنيث وهو يشغل مركز الزهرة ويتركب من كربلة أو أكثر وكل كربلة لها ثلاثة أجزاء (١) المبيض Ovary وهو الجزء الأسفل من الكربلة الذى يكون منغمساً في التخت وتكون فيه المشائم التى تتولد منها البويضات Ovules (٢) يعلى المبيض القلم Style (٣) وينتهى القلم بالميسم Stigma وقد يكون الميسم جالساً على المبيض

المشيمة placenta

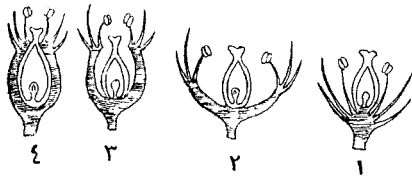
تتولد البويضات في المبيض من موضع مرسمى يقال له المشيمة شكل ١٧٩ وهى على أنواع منها :

٥ - المشيمة القمية Apical placenta

والمشيمة القمية نوع من المشيمة السائبة المركزية حيث تظهر بذرة واحدة من قمة المبيض وتدلى في جوفه كما في نباتات العائلة الخيمية

أحوال الزهرة

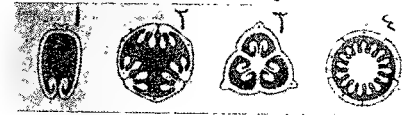
- ١ - الزهرة قد تكون جالسة Sessile على السمراخ أو يكون لها عنق Pedicel
- ٢ - وقد تكون وحيدة الجنس Unisexual أى أهما زهرة مذكرة فقط أو مؤنثة فقط أو تكون ثنائية الجنس (خنثى) Hermaphrodite أى أن عضوى التذكير والتأنيث يوجدان في زهرة واحدة
- ١ - قد تكون سفلية Hypogynous اذا كانت جميع المحيطات الزهرية منسقة على التخت في مستوى أسفل من مستوى المتاع ويسمى المتاع هنا علوى
- و الزهرة سفلية والتخت يكون مكدبا أو مستويا شكل ١٨٠ (١ و ٢)
- ٤ - وقد تكون محيطية Perigynous وفيها التخت مقعر والمتاع يحل في مركزه وأما المحيطات الزهرية الأخرى تكون مدغمة في التخت في دوائر خارج المتاع شكل ١٨٠ (٣)



شكل ١٨٠ - أشكال التخت واتصاله بالمحيطات الزهرية

(١) و (٢) الزهرة سفلية (٣) الزهرة محيطية (٤) الزهرة علوية

- ٥ - وقد تكون علوية Epigynous وفيها التخت يأخذ شكل القارورة ويتحد بمجدار المبيض تماما وأما المحيطات الزهرية الأخرى فمغموسة في التخت في محيطات فوق مستوى المتاع وهذا المتاع يسمى سفلى شكل ١٨٠ (٤)



شكل ١٧٩ - أنواع المشائم

(١) مشيمة حافية (٢) مشيمة جدارية (٣) مشيمة مركزية (٤) مشيمة محورية سائبة

١ - المشيمة الجدارية Parietal Placenta

إذا اتحدت الكرابل بجوفها وكان المبيض ذا غرفة واحدة Unilocular والبويضات متصلة بالحواف تسمى المشيمة جدارية parietal

٢ - المشيمة المركزية Axile placenta

وتنشأ من اتصال حواف الكرابل بعضها ببعض في مركز المبيض فينقسم إلى غرف كل غرفة تدل على كربة وفي هذه الحالة يدل عدد المساكن على عدد الكرابل وفي بعض الأحيان ينمو من جدار المبيض حواجز كاذبة false septum تقسم الحجرة إلى حجرتين وفي هذه الحالة عدد الغرف لا يساوى عدد الكرابل كما في نباتات العائلة الشفوية Labiales والعلاقية Convolvulaceae

٣ - المشيمة السائبة Free central placenta

وقد تكون المشيمة سائبة أى ليست متصلة بحواف الكرابل ففي زهرة نبات البرميولا يلاحظ أن التخت استطال في بطن المبيض من غير أن يتصل بمجداره والبويضات متراسة عليه ففي هذه الحالة تنمو البويضات من المحور الزهرى لا من المبيض.

٤ - المشيمة القاعدية Basal placenta

هى نوع من المشيمة السائبة وهنا يلاحظ أن البزور قليلة فقد تكون واحدة كما في نباتات العائلة المركبة ونبات الاتجنون Antigonon او بررتين كما في العليق Convolvulus

٦ - نظام الأوراق الزهرية على التخت :

إذا انتظمت الأوراق الزهرية على التخت في أساور منتظمة سميت الزهرة سوارية Cyclic ولكن إذا ترتبت الأوراق الزهرية على التخت بنظام لولبي سميت غير سوارية Acyclic ويطلق لفظ نصف سوارية على الزهرة التي فيها بعض المحيطات الزهرية في نظام سوارى والنصف الآخر في نظام لولبي وفي العادة يلاحظ أن محيطات الزهرة تكون متبادلة بعضها مع بعض فثلاث السبلات تكون متبادلة مع الثلاث وكذلك الثلاث تكون متبادلة مع الأسدية والأسدية متبادلة مع السبلات . فإذا كان أحد المحيطات مضاعفا كالأسدية يصبح عددها عشر بدلا من عددها الأصلي الذي كان خمسا مثل الكتان فإن خمسا منها تقابل السبلات وخمسا تقابل البتلات .

٧ - والزهرة إما أن تكون منتظمة وفيها جميع ورقات كل محيط من المحيطات متساوية الحجم ومتشابهة مثل زهرة الخشخاش وزهرة الكبر وهي التي يمكن تصنيفها طوليا إلى نصفين متساويين في عدة مستويات وتسمى عديدة التناظر

Actinomorphic

والزهرة الغير منتظمة هي التي يكون ورقات أحد محيطاتها غير متساوية ولا متشابهة مثل زهرة البنفسج فلا يمكن تصنيفها إلى نصفين طوليين متساويين إلا بمستوى واحد وتسمى وحيدة التناظر Zygomorphic

والزهرة عديدة التناظر Asymmetric مثل زهرة التين الشوكي يرجع عدم تناظرها من نظام وحدات محيطاتها اللولبية فلا يمكن تصنيفها طوليا إلى نصفين متساويين بأي مستوى

٨ - وقد يكون أفراد كل محيط زهرى ثلاثة أو مضاعفاتها كما في أزهار نباتات الفلقة الواحدة

وإذا كانت الأزهار المذكرة والأزهار المؤنثة على نبات واحد

٩ - وإذا كانت الأزهار المذكرة والأزهار المؤنثة على نبات واحد

يسمى النبات وحيد المسكن Monoecious مثل نباتات الذرة الشامي والخيار ولكن إذا وجدت الأزهار المذكرة أو الأزهار المؤنثة كل منهما على نبات سمي هذا النبات ثنائي المسكن Dioecious مثل النخل .

المثك Anther

كما سبق عرفنا أن السداة تتركب من خيط Filament ومثك Anther والآخر يشتمل على أربعة أكياس لقامية 4 pollen sacs متتلة بحجوب اللقاح ومرتبة ترتيبا يجعل كل كيسين منها على جانب من الموصل Connective tissue وهو امتداد الخيط في وسط المثك وتمزقه الحزمة الوعائية شكل ١٨١

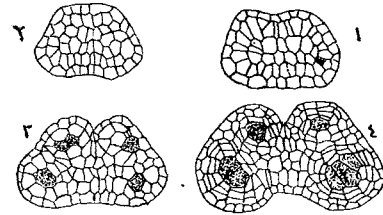


شكل ١٨١ - المثك الصغير والكبير المنفتح
(١) و (٢) و (٣) و (٤) أكياس لقاحية
(أ) حاجز بين الأكياس (ب) حزمة وعائية

نشأة المثك Formation of Anther

يظهر المثك في المبدأ كتتوء مستدير محوط بطبقة البشرة وسرعان ما تنمو خلايا تحت البشرة Hypodermis بنشاط وتنقسم ويتحول هذا التتوء إلى شكل ذي أربعة أركان كل ركن يمثل كيسا لقاحيا شكل ١٨٢ .

فإذا تقدم المثك في السن كبرت خلية من خلايا تحت البشرة في الأركان وانقسمت انقسامات موازية للسطح وتكونت من ذلك خليتان (١) الخارجية Outer parietal cells (٢) الداخلية المولدة لحجوب اللقاح Sporogenous cells



شكل ١٨٢ - نشأة المئك
(١) و (٢) تتو. تكون له أربعة أركان
(٣) و (٤) ظهور الخلايا المولدة لجيوب اللقاح

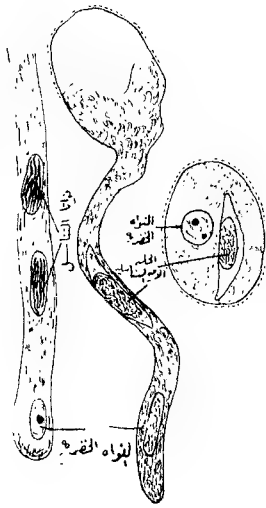
١ - فالخلايا الخارجية منها تكون الطبقة الليفية Fibrous layer التي تكون في مبدأ الأمر غنية بالنشا الذي يزيد في ثخن الجدار الخلوي وهذه الطبقة تعمل على تفتح الأكياس اللقاحية عند ما تبلغ الجيوب نهاية عمرها وتلي هذه الطبقة من الداخل الطبقة الثانية ثم الطبقة الثالثة الملاصقة للخلايا المولدة وتسمى بالتايتم Tapetum وهي تستعمل في تغذية جيوب اللقاح في أثناء نموها حتى إنها تتلاشى في النهاية ولا يبقى منها إلا آثار تبطن الجدار الداخلي للكيس اللقاحي .

٢ - الخلايا المولدة Sporogenous cells تكون عادة غنية بالبروتوبلازم وتنقسم وتزداد في العدد وتعتبر كل منها خلية أمية لجبة اللقاح Pollen mother cell وتنقسم بانقسامين إلى أربعة جيوب لقاح وأحد الانقسامين اختزالي .

تركيب جبة اللقاح The structure of pollen grain

جبة اللقاح لها جداران خارجي Exine وداخلي Intine يحيطان بمادة البروتوبلازم المنخفضة فيها النواة الخضرية Vegetative nucleus والخلية التناسلية الأمية Antheridial mother cell

نمو جبة اللقاح Germination of pollen grain



شكل ١٨٣

عند ما تبلغ جيوب اللقاح نهاية عمرها تنتقل من الكيس اللقاحي بعوامل مختلفة منها الحشرات والرياح والانسان والمياه وغير ذلك إلى المياهم حيث تجد الموضع الخصب لنموها .

تنشأ من جبة اللقاح في هذا الموضع أنبوبة تمر فيها الخلية التناسلية الأمية وتنقسم نواتها إلى نواتين

تناسليتين Two generative nuclei وتسبحان في بروتوبلازم الأنبوبة الواحدة وراء الأخرى وفي نهاية الأنبوبة نلاحظ النواة الخضرية

Vegetative nucleus شكل ١٨٣

البويضة Ovule

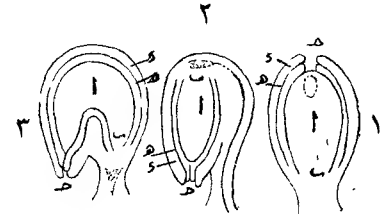
تنشأ البويضة في مبيض الكربة من المشيمة Placenta كتوء مرفوع على الحبل السرى هو النوسيلة Nucellus وينمو من قاعدتها أل Chalaza غلافان أو غلاف واحد كما في ملتحة البتلات تحيط بالبويضة من جميع الجهات ما عدا ثقباً ضيقاً هو الثقبير Micropyle

وتعمل الأغلفة في حفظ مشتملات الكيس الجنيني قبل الأخصاب وبعده كما أنها عندما يكمل نمو الجنين تكون قصرة البذرة التي تحفظ الجنين من المؤثرات الخارجية وفي بعض الأوقات تساعد انتشار البزور هنا وهناك بزوائدها التي تنمو منها .

والنقير هو الفتحة التي تمر منها أنبوبة حبة اللقاح فتخرج منها النواتان الذكورتان إلى البويضة والنواة الثانوية كما أنه عند انبات الأجنة يمر منه الماء والهواء للالزامان لانباتها

أشكال البويضة Forms of Ovule

توجد للبويضة أشكال يمدن ملاحظة بعضها في شكل ١٨٤ وفيما يأتي شرحها



شكل ١٨٤ - أشكال البويضة

- (١) بويضة مستقيمة (٢) بويضة منعكسة (٣) بويضة منحنية
(٤) النيوسيلة (ب) الكلازا (ج) النقير (د) الغلاف الخارجى
(هـ) الغلاف الداخلى

١ - البويضة المستقيمة Atropous Ovule

في هذا النظام تظهر البويضة والكيس الجنين مستقيمين تماما وتقع الكلازا chalaza والسرة Hilum في جهة واحدة والنقير Micropyle يكون مواجها للكلازا كما في فصيلة الحبيص والحريق

٢ - البويضة المنعكسة Anatropous Ovule

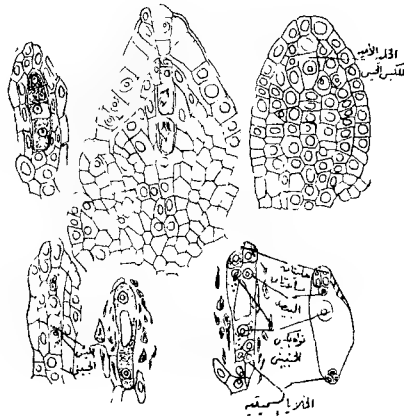
جسم البويضة في هذا الشكل ينحني في أثناء النمو ويلتصق جزء منه يسمى الرافى Raphe بالحلل السرى funicle لمسافة ما والكيس الجنيني يبق مستقيما ويصبح النقير والسرة في جهة واحدة ومواجهين للكلازا Chalaza وهذا النظام منتشر في غالب النباتات المزهرة

٣ - البويضة المنحنية Campylotropous

في هذا النظام تظهر البويضة والكيس الجنيني منحنيين حتى إن النقير يقع بالقرب من الحلل السرى ولا يحدث تلاصق بينهما وتصبح السرة الكلازا والنقير في جهة واحدة كما في العائلة الصليبية والعائلة البقلة

نشأة الكيس الجنيني Formation of Embryo

تظهر خلية من خلايا النيوسيلة شكل ١٨٥ تحت البشرة مباشرة



شكل ١٨٥ - بين نشأة الكيس الجنيني

ذات نواة كبيرة ومادة بروتوبلازمية غزيرة وتسمى بالخلية الانشائية Archesporium (Embryo mother cell) وتنقسم إلى أربع خلايا بانقسامين أحدهما عاوى والآخر اختر الى فيتكون منها أربع خلايا ثلاث منها تتلاشى وتبقى واحدة يتكون منها الكيس الجنيني كما يأتي
تنقسم نواة الكيس الجنيني إلى نواتين كل منهما تتجه إلى قطب أى أن أحدهما

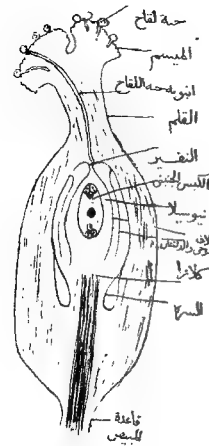
تتجه نحو الميكرو بيل والآخرى تتجه نحو الكلازا وكل من هذين النواتين تنقسم انقساماً عادياً مرتين فينتج عن ذلك أربع نويات عند كل قطب . ثلاث من هذه النويات القريبة من النقيض تحيط نفسها بجدار من السيوبلازم وتكون الجهاز البيضي Egg apparatus وهو البيضة Egg والخليتان المساعدتان Synergidae التي تساعد مرور النواتين الذكريتين إلى البيضة والنواة الثانوية .

والنويات الثلاثة القريبة من الكلازا تحاط كل منها بجدار وتكون ما يسمى بالخلايا السميكية Antipodal cells

وأما النواة الرابعة من كل قطب فتسبح عند وسط الكيس الجنيني وتحدان. لتكونا النواة الثانوية للكيس الجنيني Secondary nucleus ويصبح عدد كروموسوماتها ضعف عدد كروموسومات البيضة .

الاصحاب Fertilisation

عندما تنزل حبة اللقاح على الميسم تنمو وتكون أنبوبة تخترق الميسم والقلم إلى أن تصل إلى النقيض فتسير النواتان الذكريتان التاسليتان في مادة حبة اللقاح البروتوبلازمية إلى أن تصلا إلى الكيس الجنيني شكل ١٨٦ وتندمج إحداها مع نواة البيضة وتكون الزيجوت الذي يحيط نفسه بجدار سيلولوزي وينقسم عدة انقسامات ينتج منها الجنين ذو الريشة والجذير والفنقتين أو الفلقة الواحدة والنواة الذكورية الثانية تندمج مع النواة الثانوية لتكوين الكيس الجنيني وبعد عدة انقسامات سريعة يتكون الأندوسبرم Endosperm وتسمى هذه العملية بعملية أخصاب ثانية ولم تكتشف إلا حديثاً وهي قاصرة على جميع النباتات مغطاة البزور .



شكل ١٨٦

والأندوسبرم إما أن يتغذى به الجنين أثناء تكوينه فتصير البزور عديمة الأندوسبرم Exendospermous مثل الفول والعدس والبازلاء وإما أن يبقى جزء منه يحيط بالجنين بعد تكامل نموها للبذرة ذات اندوسبرم Endospermous مثل الخروع والقمح والبلح والبصل . وفي كلتا الحالتين السابقتين يتلاشى نسج النيويسلة ولا يبقى إلا الجنين مكتزراً غذاءه في نفسه أو حوله مائلاً لجمع حيز القصرة . وقد يحدث أن جزءاً من النيويسلة يبقى بعد تكون الجنين ويستعمل لغذائه وقت الانبات ويقال لهذا الغذاء البريسبرم Perisperm

مع ملاحظة أن نواة الكيس الجنيني بعد اخصابها تصبح ذات كروموسومات عددها قدر عدد كروموسومات الجامطة ثلاث مرات لأنها نتيجة اندماج نواتين اثنتين ونواة ذكرية ٢ ن = ٢ ن = ٤ ن وتسمى هذه العملية Triple Fusion nucleus

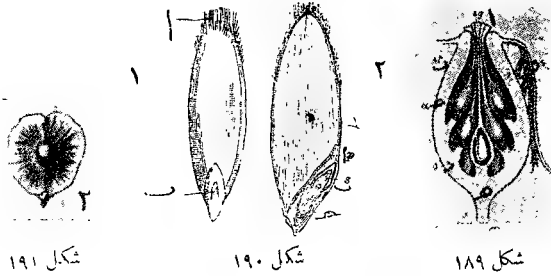
الثمار والبزور وانتثارها

Fruits, Seeds and their dispersal

عملية اخصاب وتلقيح البويضات لا تقتصر على تكون البزور بل يسرى هذا المفعول إلى جدار المبيض Pericarp كما في البازلاء وقد ينمو تحت أيضاً تبعاً لذلك وتنغرس فيه الثمار الحقيقية مثل الشليك وتسمى هنا ثمرة متجمعة أو يحيط بالثمرة الحقيقية مثل ثمرة التفاح والكمثرى وتسمى ثمرة كاذبة وكذلك يحدث للكأس عدة تغيرات ويحيط بالثمرة لمساعد في الانتثار كما في نبات القناد Astragalus وقد يحدث لمحور الشمراخ وجميع الأزهار الموجودة داخله تغيير ويكون ثمرة مركبة مثل الثين والتوت .

والثمرة الصادقة True fruit هي ما تتكون من جدار المبيض والبزور داخله وجدار المبيض إما أن يكون جافاً كما في قرنة الفول وإما أن يكون غساقاً شحمياً كما في العنب والمشمش

والثمرة الكاذبة Pseudocarp F. هي التي يدخل في تركيبها بعض أعضاء الزهرة الغير أساسية أو التخت أو محور الشمراخ بما عليه من الأزهار



شكل ١٩١

شكل ١٩٠

شكل ١٨٩

- (١) ثمرة القمح (١) بقايا الميسم
(ب) موضع الجنين (٢) قطاع طول
في القمرة (١) القصعة (ب) الريشة
وغلافها (ج) الجذر وغلافه

خامسا: الثمرة الجناحية Samara وهي نوع من الثمار الفقيرة إلا أن جدار المبيض فيها صار خشبيا شكل ١٩١ ونمت منه زوائد تشبه الأجنحة تساعد في انتشار الثمار بالرياح مثل ثمرة أبو المكارم والحبيص

(٢) ثمار قابلة للفتحة Dehiscent Fruits

وهي ثمار ذات جدار جاف ينفتح عند النضج بطرق عدة فتطلق البزور ذات القصرة التخينة لوقايتها من المؤثرات الخارجية وهذه الثمار يكون بها عدة زور وهي على أقسام منها:

أولاً: الجراية Follicle وهي تتكون من كرتلة واحدة علوية تفتح عند تمام النمو لدى التدريز البطيء Ventral Suture مثل ثمرة العايق Dilphinium ثانياً: القرية Legume وهي تتكون من مبيض علوى ذى كرتلة واحدة وعند بلوغ البزور نمواً النهائي ينفتح القرب لدى التدريز البطيء والظهورى Dorsal Suture على السواء ثم يلتوى المصراعان بحركة قد تكون شديدة تساعد على توزيع البزور وانتشارها مسافة بعيدة من النبات الأصلي ويلاحظ في قرية الفول مثلاً بقاء الكأس المستديم لدى القاعدة وبقايا الميسم عند القمة شكل ١٩٢

والثمار حسب التغيرات التي تحدث لجدار المبيض تنقسم إلى:

١ - ثمار جافة Dry Fruits

٢ - ثمار طرية Fleshy Fruits

١ - والثمار الجافة Dry Fruits تنقسم حسب تفتحها وعدمه إلى:

(١) الثمار غير المتفتحة Indehiscent Fruits

(٢) ثمار قابلة للفتحة Dehiscent Fruits

(٣) ثمار منشقة Schisocarpic Fruits

١ - الثمار غير المتفتحة Indehiscent Fruits

وهي التي يظهر فيها جدار المبيض خشيباً أو جلدياً فيحفظ البزور ذات القصرة الرقيقة داخله وبتأكله وزواله لاى سبب مثل التعفن تنطلق البزور وتنتشر هنا وهناك إلى أن تجد الجو والتربة المناسبة فتنبث وهذه الثمار لها أقسام منها: أولاً: البندقة Nut وهي القمرة التي تأخذ من مبيض سفلى جداره يصبح خشبياً ويحتوى

بذرة واحدة في جوفه مثل البندق والبلوط شكل ١٨٧

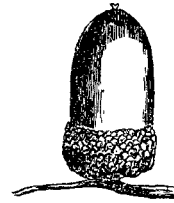
ثانياً: السبلة Cypsel وهي نوع من البندقة

فيه المبيض سفلى يتكون من كرتلتين متحدتين

وجداره جلدى ويشتمل على بذرة واحدة وكثيراً

ما يتحول الكأس إلى شعيرات Pappus تساعد في

انتشار الثمار شكل ١٨٨



ثالثاً: الفقيرة Achene هذه الثمرة تأخذ من مبيض

علوى سائب الكرتلات جداره جلدى رقيق وبه

بذرة واحدة يمكن فصلها من جدار المبيض مثل الشليك والورد

شكل ١٨٩



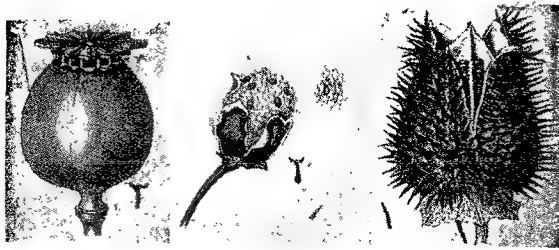
رابعاً: البرة Caryopsis وهي ثمرة ذات مبيض علوى يشتمل

على بذرة واحدة وجداره رقيق ويتصل بالقصرة اتصالاً تاماً

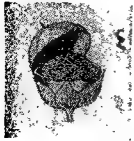
لا يمكن فصلها من بعض مثل القمح شكل ١٩٠ وقد تغلف

الثمار بالقنابة المستديرة مثل الشعير البلدى والأرز

شكل ١٨٨



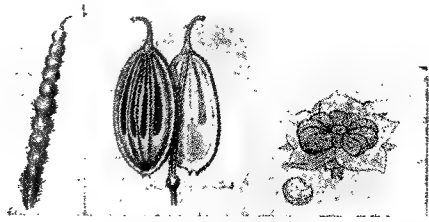
شكل ١٩٤ - أشكال ثمار العلية



- (١) ثمرة الدانورة (٢) ثمرة القطن
(٣) ثمرة الخشخاش (٤) ثمرة عين القط

(٣) الثمار المنشقة Schizocarpic fruits

هي ثمار جافة يتركب مبيضها من كرتين فأكثر وعند تمام نمو البزور تنفصل يحاويلها من جدار المبيض شكل ١٩٥ والانفصال إما أن يكون عرضيا وفيها المبيض تحصل له انقباضات بين البزور مثل السنت . وقد تنفصل الكرابل بعضها من بعض طويلا من التدرج البطيء وسط الكرتلة أو من نقطة اتصال الكرابل



شكل ١٩٥ - الثمار المنشقة

ثالثا : الخردلة Siliqua والخردلة Silicula

الخردلة وهي ثمرة مستطيلة ذات مبيض علوى ذى كرتين متحدتين بجوافهما صاندين غرفة واحدة Unilocular وتنمو من نقطة التحام الجوف في مواضع



مختلفة المئاتم التي تتولد منها البزور ومع ذلك فانه ينمو حاجز كاذب (False septum) يفصل الغرفة إلى غرفتين كما في الكبر ويلاحظ أن هذه الثمرة مستطيلة ولكن الخردلة هي خردلة قصيرة طولها يقرب من عرضها وعند انفتاحها تبين الثمرتين يفتحان المصراعان من اسفل إلى اعلى ولا يلبثان طويلا حتى ينفصلا وأما الحاجز الكاذب الشفاف فيبقى متراسا على جانبيه البزور التي تنفك منه ساجعا في الهواء لصغرها .

وقمة الثمرة يظهر عليها القلم والميسم جليا وعند القاعدة

يلاحظ ندب هي آثار الأغلفة الزهرية الأخرى شكل ١٩٣

شكل ١٩٢

رابعا : العلية capsule هي ثمرة ذات مبيض علوى أو سفلى

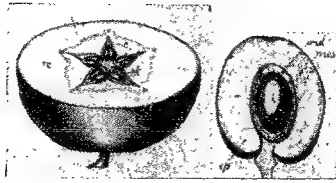


يشتمل على كثير من البزور وتتركب من كرتين مثل Cleome arabica أو من أكثر من ذلك وهي تنفتح إما طويلا كما في ثمرة الدانورة أو عرضيا كما في ثمرة عين القط Anagallis والرجلة Portulaco أو بالتقريب كما في الخشخاش Papaver شكل ١٩٤ والانفتاح الطولى له ثلاث حالات (١) أما أن يكون لدى التدرج الظهري ويسمى انفتاح ظهري Loculicidal مثل القطن والبنفسج (٢) وإذا انفتحت الكرابل عند نقطة التحامها يسمى الانفتاح



شكل ١٩٣

حاجزيا Septicidal (٣) وإذا انفتحت الثمرة وسقطت جدرانها تاركة البزور متصلة بجوافها يسمى الانفتاح صاميا Septifragal مثل ثمرة أبوقرن



شكل ١٩٧ قطاع في ثمرة التفاح
شكل ١٩٦ قطاع في ثمرة المشمش

الثمار المركبة Compound fruits

وهي الثمار التي يدخل في تركيبها جميع محاور الشمرخ الزهري بما عليه من أزهار مثل التين شكل ١٩٨ والتوت



الثمار المتجمعة Aggregate fruits

وهي الثمار التي تنتج من تجمع عدة ثمار بسيطة غير منفصلة أو قابلة للانفتاح مثل الفقيرات شكل ١٩٩ أو الجرايات.

شكل ١٩٨ ثمرة التين لاحظ تركيبها



شكل ١٩٩ مجموعة فقيرات وقطاع طولي فيها

أو قد تنفصل الكرابل فقط من بعضها وتبقى متصلة بالمحور لدى القمة كما في اليكراوية والينسون والشمر وغيرها من نباتات العائلة الخيمية

٣ - الثمار الطرية Fleshy fruits

الثمار الطرية ذات جدار متشحم غض ثخين وهو ينمو إلى طبقات ثلاث. الطبقة الخارجية Exocarp والوسطى Mesocarp والداخلية Endocarp وتنقسم بالنسبة لما يحدث لهذه الطبقات إلى:

أولاً: الثمرة اللبنة Berry

الثمرة اللبنة هي التي تكون فيها الطبقة الخارجية من جدار المبيض رقيقة جلدية وأما الطبقتين الوسطى والداخلية فقد لا تميزان من بعضهما ومما تشحمتان وتوجد البزور منغرسه هما والمبيض إما علوى مثل الطماطم والعنب والبلح أو سفلى مثل البطيخ والقثاء واللعة المرة Bryonia cretica وغيرها

ثانياً: الثمرة الحسلة Drupe

ثمرة علوية مكونة من كربة واحدة طبقها الخارجية جلدية والوسطى شحمية وأما الداخلية فخشبية تحمى البزرة ذات القصرة الجلدية الرقيقة مثل اللوز والمشمش شكل ١٩٦

ثالثاً: الثمرة التفاحية Pome

وهي ثمرة غضة لا تدخل للبنيص في هذا التشحم الذي يحدث عادة من تضخم النخت وامتلائه بالمادة الغذائية وهو يحيط بالمبيض وما به من البزور مثل التفاح والكثيرى ولذلك فهذه الثمرة كاذبة Pseudocarp وما يؤكل هنا في هذه الثمرة هو النخت شكل ١٩٧

انتثار البزور والثمار

Dispersal of seeds and fruits

عند نضج الثمار والبزور قد تسقط على الأرض قريبة من أمها وتنمو جميعها إذا توفرت لها الظروف المناسبة ولكن لا يبقى إلا الأصلح وهذا ما يقلل من محصول النباتات إذ لا يمكن أن تنمو كل البزور إلى شجيرات أو أشجار أو نباتات عشبية مجتمعة فلذلك نجد البزور والثمار مزودة بزوائد تساعد في انتشارها من كان لآخر بعدة عوامل منها :

١ - الهواء Air

تظهر قوة الرياح في انتثار البزور في الصحراء حيث السهول المنبسطة والنباتات الصحراوية الكثيرة ذات البزور الصغيرة الحجم المساء التي يسيل نقلها بأقل قوة للرياح مثل الميزيمريانسم Mesembrianthemum وبزور الخشخاش Papaver والمتنور الجبلي Matthiola وغيرها .

وقد تنمو من قصرة البزور شعيرات تغطيها وتخفف من وزنها فتساعد الرياح على حملها لمسافة بعيدة مثل الديميا Daemia والمجنونة Cleome arabica وقد ينمو جدار البزرة إلى زوائد جناحية مثل الجكار ندا أو يتحول الكاس إلى شكل كيس هوائي يحفظ الثمرة داخله مثل القناد Astragalus أو يتحول إلى شكل أجنحة مثل الخيض Rumex أو ينمو من جدار المبيض زوائد جناحية مثل أبو المكارم كل هذه تساعد الرياح في نقل البزور من مكان إلى آخر

٢ - الماء Water

الماء أيضا عامل مهم في انتشار البزور والثمار خصوصا صغيرة الحجم ذات السطوح المساء وأيضا إذا كان لها زوائد كما في وصف النباتات التي تنشر بالرياح إذا مررتا في الصحراء بعد هطول الأمطار مدة تلاحظ وجود بادرات عديدة لنباتات مختلفة نامية في المنخفضات حيث تتجمع مياه المطر وأما النباتات المائية فإن لها تركيب خاص في ثمارها وبزورها يجعلها تقاوم

المدة الطويلة التي تحياها الأجنة في المياه بدون أن يتسرب إليها التعفن ولها أيضا زوائد تساعد على العوم في الماء من مكان لآخر حتى تنهأ لها الظروف لنموها

٣ - الانتثار بواسطة الحيوان والطيور والإنسان

هذا النوع من الانتثار يكون في الثمار أو البزور ذات اللون الجذاب أو ذات المذاق الحلو المغذي أو تكون ذات ذوائد خطافية تشبك بفراء الحيوان أو بملابس الإنسان أو ذات مادة لزجة تلتصق بأى شيء يلامسها .

ويلاحظ في هذه الثمار أو البزور تكون ذات غلاف خشبي فتتحمل العصارات المعدنية ويحتفظ الجنين بحيوته بعد خروجه على الأرض مع البراز فقد جربت عدة تجارب على بزور الخروب التي عثر عليها في بعر الجبل في الواحة الخارجة على سفوح التلال الرملية ووجدت أنها محتفظة بحيويتها إذ أعطت المجموعتين الجذري والحضري وكذلك وجدت نباتات الطلطم نامية بعد هطول الأمطار وسط كتل من براز الإنسان فهذا يدل على أن بزورها عندها قوة تتحمل المخاطر في معدة الإنسان

وكذلك بزور المحيط بعد خروجه من القناة الهاضمة للطيور يمكن أن تبرز على حيوتها إذ تغطي نباتات جديدة وهكذا

٤ - الانتثار بالقوى الميكانيكية Explosive Fruits

في بعض الأحيان غلاف الثمرة يلتف التفافا لوليا بعد نضجها فيساعد على انتشار البزور إلى مسافات من النبات الأصلي مثل الفول والبازلاء والخنثوق ويلاحظ أيضاً عند تشقق ثمرة الخروع والخبازي تنفصل أجزاؤها بقوة تبعدها عن النبات مسافة كبيرة

ونبات الجيرانيوم Geranium والأوروديم Erodium ثمارهما لا يزالان متصلين بها ويلتوي فجأة ويقذف بالبزور لمسافة بعيدة وإنه ينفرد إذا ابتل بالماء ويلتوي إذا جف وهاتان الحركتان الانفراد والإلتواء تساعدان أيضاً في انفصال البزور في التربة

تقسيم النباتات مغطاة البزور Angiosperm

مغطاة البزور هي النباتات المزهرة الراقية البزرية التي تشتمل على مبيض يحيط بالبويضات . وهذا المبيض يكون فيما بعد الثمار والبويضات تكون البزور وتنقسم مغطاة البزور حسب عدد الفلقات إلى قسمين وهما :

١ - النباتات ذات الفلقتين Dicotyledonous Plants

٢ - الفلقة الواحدة Monocotyledonous Plants

والجدول الآتي يبين الفرق بين القسمين :

النباتات ذات الفلقتين	النباتات ذات الفلقة الواحدة
١ - يكون لأجنتها فلقتين	١ - يكون لأجنتها فلقة واحدة
٢ - الجنذور في الغالب أصلية لأنها عبارة عن استطالة الجنذور Radicle	٢ - الجنذور في الغالب عرضية لأن الجنذور الأصلية يموت ويحل محله جنذور عرضية من قاعدة الريشة أو من العقد
٣ - الساق تغلظ بالنسبة لما يحدث فيها من النمو الثانوي	٣ - الساق لا تزداد في الغلظ إلا في أحوال قليلة
٤ - الأوراق بسيطة أو مركبة لها ذينات أو عديمة الأذينات وقد تكون لها أعناق ونظام العروق فيها شبكي	٤ - الأوراق بسيطة غالباً وفي النخيل تكون مركبة ولها أعناق ونظام العروق فيها متواز وقد يكون شبكياً كما في القلقاس
٥ - محطات الزهرة ثنائية أو رباعية أو خماسية	٥ - محطات الزهرة ثلاث أو مكرراتها
٦ - أنبات البزور أرضى أو هوائى	٦ - أنبات البزور هوائى غالباً لأن الفلقة تكون غلافاً يغطي الريشة ويستطيع معها ويظهر فوق سطح الأرض
٧ - تشريح الجنذور يشير إلى أنه ذو حزم محدودة ويحدث له تغليظ ثانوي	٧ - الجنذور ذو حزم كثيرة إلا في أحوال جذر البصل ولا يحصل له تغليظ ثانوي

النباتات ذات الفلقتين

النباتات ذات الفلقة الواحدة

النباتات ذات الفلقتين	النباتات ذات الفلقة الواحدة
٨ - الساق يحدث لها تغليظ ثانوي	٨ - الساق لا يحدث لها تغليظ ثانوي إلا في حالة الصبار Aloe والدراسينا Dracaena
٩ - الحزم الوعائية مفتوحة ذات جانب أو جانبيين وتكون في شكل دائرة	٩ - الحزم الوعائية مقفولة ذات جانب وتكون مبعثرة في النسيج الأساسي
١٠ - النسيج الأساسي في الساق يتميز فيه ثلاث طبقات القشرة والشعاع النخاعي والنخاع	١٠ - النسيج الأساسي في الساق لا يتميز فيه ثلاث طبقات القشرة والشعاع النخاعي والنخاع إلا في أحوال قليلة
١١ - اللحم يتركب في الغالب من خلايا مراقبة وأنابيب غربالية وخلايا بارنشيمية	١١ - يتركب اللحم من الخلايا المراقبة والأنابيب الغربالية
١٢ - الحشب الأول Primary xylem لا يكون على شكل الرقم ٧	١٢ - الحشب الأول Primary xylem يكون عادة على شكل الرقم ٧
١٣ - النسيج الميزوفيل في الأوراق عادة يوجد له نوعان من الخلايا (١) الخلايا العمادية (٢) الخلايا الاسفنجية كما في ورقة الفول	١٣ - النسيج الميزوفيل في الأوراق قد لا يتميز إلى خلايا عمادية ولا خلايا اسفنجية كما في ورقة القمح

تقسيم النباتات ذات الفلقتين

قد قسم أنجلر Engler وبرانتل Prantl النباتات ذات الفلقتين إلى تحت القسمين الآتيين حسب وجود التوبج وعدم وجوده أو اتحاد البتلات وعدم اتحادها - الأرشكلاميدي Archichlamydeae وهو الذي يجمع كل النباتات ذات الأزهار عديمة التوبج أو يكون توبجها سائب

٢ - السميتلا Sympetalae وهو الذى يجمع كل النباتات التى يكون
لازهارها توزيع ملتحم البتلات
ونقتصر هنا على ذكر بعض العائلات المهمة من الوجهة الزراعية التابعة
لكل منهما :

الارشكلاميدى Archichlamydeae

Urticales	يورتنكالز
Moraceae	١ - العائلة التوتية
Ranales	رانالس
Ranunculaceae	٢ - العائلة الشقية
Rhoeadales	رودالس
Papaveraceae	٣ - العائلة الخشخاشية
Cruciferae	٤ - العائلة الصليبية
Rosales	روزالس
Rosaceae	٥ - العائلة الوردية
Leguminosae	٦ - العائلة البقلية
Geraniales	جيرانيالز
Rutaceae	٧ - العائلة السذية
Malvales	ملفالز
Malvaceae	٨ - العائلة الحبابية
Linaceae	٩ - العائلة الكتانية
Umbelliflorae	امبلفلورى
Umbelliferae	١٠ - العائلة الخيمية
Sympetalae	سميتلا
Cucurbitales	كيو كورتالز
Cucurbitaceae	١١ - العائلة القرعية

Campanulatae	كامبانولاتى
Compositae	١٢ - العائلة المركبة
Monocotyledons	
Glumiflorae	جلوميفلورى
Gramineae	١٣ - العائلة النجيلية
Liliiflorae	ليليفلورى
Liliaceae	١٤ - العائلة الزنبقية

(١) العائلة التوتية Moraceae

نباتات هذه العائلة اشجار أو شجيرات تشتمل على قنوات لبنية منتشرة فى نسيج
القشرة ونسيج اللحاء وتكون بعض نباتاتها متساقطة الأوراق Decidious
وبعضها مستديم الخضرة Evergreen
الورقة Leaf
الورقة بسيطة مفصصة أو تكون كاملة لامعة مغطاة بمادة شمعية - معنقة -
ذات اذينات متساقطة تترك آثاراً تدل عليها وهذه الأذينات تحيط بالبرعم قبل
تفتحه - والتعريق شبكى

Inflorescence النورة

النورة سيمية والشمراخ مجوف يشبه الجرذ ذو فتحة ضيقة تسد بشعيرات
عقيمة والازهار المذكورة اسفل الشعيرات ثم تلى هذه الازهار المؤنثة المختلطة
بالازهار المؤنثة التى تأوبها الحشرات شكل ٢٠٠. كما فى التين او يكون قرصى
الشكل كما فى نبات Dorstenia تنغرس الازهار فى سطحه العلوى او يكون
مخروطياً ويحمل الازهار على جوانبه كما فى التوت

Blastophaga واما الجيز فيحدث التلقيح في ازهاره بحشرة تسمى سيكوفاجا
Sycophaga

الثمرة Fruit

الثمرة مركبة من مجموعة فقيرات Achenes أو مجموعة حسلات Drupes
ويلاحظ فيها ان حامل الأزهار اصبح مقعراً ومتشحاً بالمئثر كما في التين
والجيز او اصبح مخروطياً تنغرس فيه المئثر كما في التوت - وعلى العموم فما يؤكل من
هذه الثمرة فهو الحامل بما عليه من ثمار وغلاف الأزهار المؤنثة والأزهار المذكورة

البزرة Seed

للبزرة قصرة رقيقة جلدية تحيط بمادة الاندوسبرم المنغرس فيه الجنين الصغير
الذى يتكون من ريشة وجذير وفلقين

فوائد النباتات

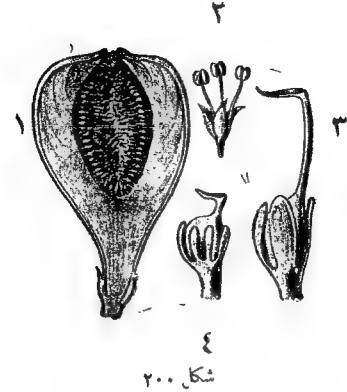
التوت الأبيض Morus alba والتوت الاسود Morus nigra اشجار
متساقطة الأوراق تزرع للتغذى بشمارها وتربى دودة الحرير على اوراقها

التين Ficus

اشجار وشجيرات خاصة بمنطقة البحر الابيض المتوسط وقد توجد في
المناطق الاستوائية . واشجار التين البنغالى Ficus bengalensis تزرع في جزائر
الهند الشرقية

وبزور التين البنغالى تنقل بالطيور التى تتغذى على ثمارها الى افرع الاشجار
الآخرى فتتم كنباتات حلية لا تلبث طويلا ان تقتل النبات المتسلق عليه
وتتصل جذورها بالترية وتنمو منها شجرة واسعة النطاق ذات افرع كبيرة وجذور
هوائية مدلاة من الافرع .

وأما التين الازمرلى والبرشومى وغيرهما فتزرع لثمارها
والفيكس الاستكا Ficus elastica هى اشجار ضخمة يؤخذ منها جميع
انواع الكاوتشوك . وذلك بان يحرق القلف فتخرج المادة اللينة فتؤخذ وتُجَرى عليها
عمليات كثيرة لتنقيتها مما بها من المواد الاخرى ثم يصنع منها الكاوتشوك



شكل ٢٠٠

(١) نورة التين (٢) زهرة مذكرة (٣) زهرة مؤنثة (٤) زهرة مؤنثة مأوى لحشرات

الزهرة Flower

وحيدة الجنس اى انها اما مذكرة أو مؤنثة - منتظمة - سفلية - لها غلاف
واحد Perianth مكون في العادة من أربع وريقات وهى تشتمل عادة على ثلاث
محيطات كما يأتي:

١ - الغلاف الزهرى Perianth

يتكون من ٢ - ٦ وريقات

٢ - الطلع Androecium

يتكون الطلع غالبا من أربع أسدية

المناع Gynaecium

المناع يتكون من كرتين احدهما تحتزل ولا يبق ما يدل عليها سوى القلم
والميسم والمبيض وحيد المسكن Unilocular ذو بيضة واحدة وضعها المشيمي في

التلقيح Pollination

يحدث التلقيح في نوع من التين الازمرلى بدبابهة خاصة تسمى بلاستوفاجا

تكون الزهرة إبطية كافي حبة البركة *Nigella sativa*

الزهرة Flower

الزهرة خنثى - منتظمة غالبا Actinomorphic وقد تكون جميع محيطاتها سوارية أو تكون بعض محيطاتها سوارية والبعض الآخر غير سواري وقد تكون وحيدة الناضر Zygomorphic كما في العائق

الغلاف الزهري Perianth

قد يتميز الغلاف الزهري إلى كأس وتويج كافي جنس الشقيق *Ranunculus* ويتركب من خمس سبلات متبادلة مع خمس بتلات وقد تتحول ورفات الغلاف الخارجي إلى مهماز تحفظ داخلها الغدد المتحولة عن أسدية كما في جنس الكليمانس *Clematis*

والسلكتريم *Thalictrum* لا يوجد إلا يحيط واحد يعتبر كأسا للزهرة ولا توجد غدد عسلية وفي الأنيمون يكون الكأس بتليا ويتكون من خمس إلى تسع بتلات وفي الأكويلجيا *Aquilegia* من خمس سبلات وخمس بتلات وفي العائق *Delphinium* والأكونيتيم *Aconitum* من خمس سبلات والسبلات الحلقية تتحول إلى مهماز يشتمل على البتلين الحلقيتين المتحولتين إلى غدد عسلية

الطلع Androecium

عدد الأسدية في أزهار هذه العائلة غير محدود وتنفخ المتوك انفتاحا خارجيا

المتاع Gynaceum

يتركب من عدد الكرايل الساتبة تختلف باختلاف النباتات ففي نبات الشقيق الكرايل كثيرة وفي الأكويتيم من ٢ إلى ٥ وفي العائق من ١ إلى ٥ ويوجد في كل مبيض بويضة مقلوبة *Anatropous* أو أكثر.

القانون الزهري

☐ + - ط م

الرسم الزهري كما في شكل ٢٠٣

العائلة الشقيقة Ranunculaceae

نباتات هذه العائلة اعشاب حولية او معمرة كما في شكل ٢٠١ وقد تكون شجيرات .

الجذر Root

الجذر الاصلى يموت ويحل محله جنود عرضية تدرن وتنفخ في بعض الاحيان كما في نبات قنسوة الراهب *Aconitum napellus* (Monkshood)

الساق Stem

عشبي او ريزوم او خشبي وقد يكون متسلقا كما في نبات كليمانس

Clematis

الورقة Leaf

مركية راحية شكل ٢٠٢ او مجزأة كثير اوا لها اغناد تحيط بالساق عند العقد وترتيبها على الساق متبادل كما في نبات الكليمانس *Clematis*

النورة Inflorescence

النورة محدودة Cymose غالبا كما في نبات الشقيق *Ranunculus* (Buttercup) او غير محدودة Racemose كما في العائق *Delphinium* (Larkspur) وقد تكون الزهرة طرفية كما في الأنيمون أو



شكل ٢٠٢

اللبنية ذات الألوان المختلفة باختلاف النباتات ونباتاتها أعشاب حولية كما في شكل ٢٠٤ أو معمرة وقد تكون شجيرات



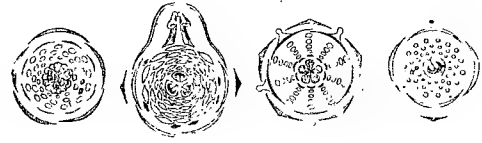
شكل ٢٠٤

الورقة Leaf

بسيطة - جالسة - مفصصة . والتعريق شبكي وليس لها اذينات

الزهرة Flower

خشي منتظمة تنمو في فقة الفرع الزهري سفاية يضاء اللون أو صفراء أو حمراء . وتركب من أربع محيطات



شكل ٢٠٣

التلقيح Pollination

يختلف التلقيح باختلاف النباتات . فما كان منها تنضج أعضاء ذكره قبل أعضاء أنثيه أو العكس يتلقح تلقيحاً خطايا بالحشرات التي تقع عليها أو بالهواء

كما في بعض أنواع السلكترم *Thalictrum*

وما كان منها تنضج أعضاء تناسله معا مثل أنواع الأنيمون *Anemone* يتلقح

تلقيحاً ذاتياً Self pollinated

وأما الأزهار ذات المهاميز فلا يمكن تلقيحها إلا بالحشرات ذات الخرطوم الطويلة مثل العائق

الثمرة Fruit

تكون الثمار مجموعة فقيرات *Elaerio of Achenes* كما في الكلبياتس أو مجموعة جريات كما في الأكلجيا والعائق أو علبة كما في حبة البركة *Nigella Sativa* وفي النادر ما تكون عنبه شحمية كما في نبات الأكتيا *Actaea*

البزرة Seed

اندوسبرمية قصرتها تغطي الاندوسبرم الزيتي الذي يحيط بالجنين .

فوائد نباتاتها :

نباتات هذه العائلة أغلبها يزرع في الحدائق للزينة وبعضها سام مثل نبات الشقيق المسمى *Ranunculus sceleratus* ويؤخذ من ريزوماتها بعض المواد القلوية .

العائلة الحشخاشية *Papaveraceae*

تميز هذه العائلة بالأنايب اللبنية *Laticiferous tubes* التي تفرز المادة

الكاس Calyx

تركب من سبلتين سائبتين تسقطان بمجرد تفتح البرعم الزهرى.

التويج Corolla

يتركب من أربع بتلات فى محيطين وتسقط بعد تفتح الزهرة بقليل.

الطلع Androecium

يتكون من عدة أسدية فى محيطات

المناع Gynaecium

يتكون من كربنتين كما فى أشولزيا Fescholtzia أو عدة كرابل كما فى الخشخاش أو ٣ - ٤ كما فى الأرجيمون Argemone والوضع المشيى جدارى القانون الزهرى فى الخشخاش كما يأتى :

$$\begin{array}{c} \boxed{+} \\ \text{♀} \end{array} \begin{array}{c} \text{ك} \\ \text{ت} \end{array} \begin{array}{c} ٢+٢ \\ \text{ط} \end{array} \begin{array}{c} \infty \\ \text{م} \end{array} \begin{array}{c} \text{م} \\ \text{م} \end{array}$$

الرسم الزهرى كما فى شكل ٢٠٥

التلقيح Pollination

يكون تلقى خاطيا بالحشرات التى تزور الأزهار لتتغذى على حبوب اللقاح

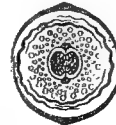
الثمرة Fruit

الثمرة علية تفتح بالثقوب أو تفتح من أسفل إلى أعلى إلى مصراعين كما نبات الأشولزيا

ويوجد بعلة الخشخاش كثير من الحواجز الناقصة التى يدل عددها على عدد الكرابل والبزور تلتصق بهذه الحواجز على كلا الجانبين

البزرة Seed

كلوية الشكل ذات قصرة رقيقة تحيط بالاندوسبرم الزيتى الذى يرقد فى وسطه الجنين الصغير.



شكل ٢٠٥

قواعد النباتات .

جميع نباتات هذه العائلة يزرع فى الحدائق للزينة . وقد يؤخذ الأفيون من ثمار بعض الخشخاش قبل نضجها .

العائلة الصليبية Cruciferae

نباتات هذه العائلة أعشاب حولية شكل ٢٠٦ أو معمرة .

الورقة Leaf

بسيطة . كاملة أو مفصصة . عديدة الأذينات

النورة Inflorescence

غير محدودة . راسمية . أو مشطية ولا توجد على الشعراخ قنابات أو قنبيات

الزهرة Flower

خنثى - سفلية - منتظمة - وقد تتكون وحيدة التناظر مثل الابرس - ذات أربع محيطات - ذات لون جذاب أصفر أو بنفسجى أو أبيض ويوجد بها غدد عند قواعد الأسدية .

الكأس Calyx

يتركب من أربع سبلات كل سبلتين فى محيط الخارج منهما يتركب من سبلتين إحداهما أمامية والأخرى خلفية ولكل منهما جيب عند القاعدة يحفظ الغدد السدائية شكل ٢٠٧ والمحيط الداخلى يتركب من سبلتين جانبيتين .



شكل ٢٠٦

التويج Corolla

يتركب من أربع بتلات متصالبة ولكل منها ظلف ونصل متعامدا مع الظلف وهو ملون بألوان مختلفة تغطي لون الزهرة .

الطلع Androecium

يتركب من ست أسدية في محيطين أى أن السداتين القصيرين يكونان المحيط الخارجى وأربع الأسدية الأخرى الطويلة تكون المحيط الداخلى .

المتاع Gynaecium

يتركب من كرتلتين متحدتين مكونتين مبيضا ذا غرفة واحدة وإنما يمتد الحاجز الكاذب False septum بين المشيمتين الجداريتين ويفصل الغرفة إلى غرفتين . القانون الزهرى لزهرة الكبر كما يأتى :

$$\begin{array}{c} \oplus \\ \begin{array}{cccc} \text{ك} & \text{ت} & \text{ط} & \text{م} \\ ٢ & ٢ & ٤ & ٢+٤ \end{array} \end{array}$$

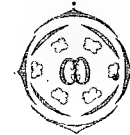
الرسم الزهرى كما فى شكل ٢٠٨

التلقيح Pollination

يحدث تلقح هذه العائلة اما ذاتيا أو بالحشرات ذات الخرطوم الطويل لتمتص الرحيق من قواعد الأسدية .



شكل ٢٠٧



شكل ٢٠٨

الثمرة Fruit

خردلة أو خريدلة . تنفتح من أسفل إلى أعلى بمصراعين ينفصلان ويتركان الحاجز الكاذب . والبزور متصلة بالمشام .

وقد تكون الثمرة خريدلة غير متفتحة كما فى نبات السل Zilla spinosa

البذرة Seed

لأندوسبرمية مستديرة الشكل أو بيضية ذات قصرة بنية رقيقة جلدية يوجد عليها ندبة بيضاء هى السرة وتغطي الجنين الذى يتركب من فلقين منطويين على بعضهما أو منبسطين والريشة بينهما والجذير المنحنى فى الفلقة الداخلى . وقد ينمو من القصرة غشاء رقيق أبيض ويحيط بها ويساعد فى انتشار البزور بالهواء

كما فى نبات الجربة Farsetia aegyptiaca

فوائد النباتات

يزرع كثير من هذه النباتات فى الحدائق للزينة وبعضها يزرع كخضار مثل القنبيط والكرنب والفجل واللثا وغيرها .

العائلة الخبازية Malvaceae

نباتات هذه العائلة شجيرات أو أعشاب ممررة أو حولية وعادة تغطي بشعيرات

الورقة Leaf

بسيطة . راحية . ذات عتق . ذات أذينات تسقط بسرعة - نظام التعريق فيها شبكى

النورة Inflorescence

قد تكون الأزهار وحيدة إبطية أو تكون فى نورة سيمية أو عقودية

الزهرة Flower

خشنى منتظمة سفلية . وعادة لها تحت كأس يختلف عدد أجزائه باختلاف النبات فيكون ثلاث وريقات كما فى الخبازى والقطن وست الى تسع كما فى النيل والحظمية

الكأس Calyx

يتركب من خمس سبلات سائبة من أعلى وملتحمة من أسفل مستديمة حتى بعد تكون الثمار وقد توجد غدد في السبلات وتحت الكأس

التويج Corolla

يتركب من خمس بتلات سائبة وملتحمة بعضها على بعض في حالة البرعم

الطلع Androeceium

يتركب من عدة أسدية متحدة في شكل أنبوبة تحيط بالمتاع . والمتك له فص واحد ذو غرفتين وجوب اللقاح شوكية غالبا وهذا مايساعدها على الالتصاق بالحشرات

المتاع Gynaeceum

يتركب من كرتلين أو عدد كثير من الكرابل ملتحمة والوضع المشيى مركزي وعدد المساكن بقدر عدد الكرابل . والاقلام متحدة والحياسم سائبة وعددها يدل على عدد الكرابل

والقانون الزهرى فى القطن كما يأتى :

$$\begin{array}{c} \oplus \\ \text{ك ت ط م (٣)} \\ \infty \circ (٥) + \end{array}$$

والرسم الزهرى كما فى شكل ٢٠٩

التلقيح Pollination

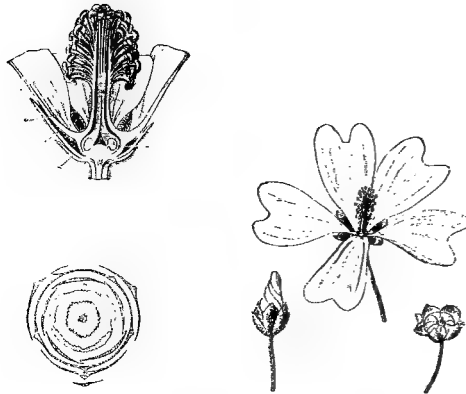
تزور الحشرات الأزهار منجذبة اليها بألوانها فتندى برحيقها وجوب لقاحها وتحدث التلقيح الخلطى . وما يزيد فى هذا التلقيح نضج الأسدية قبل الكرابل

الثمرة Fruit

علبة أو منتفخة

البزرة Seed

لا أندوسبرمية . جنينها مكون من فلتين منظويتين وجذير وريشة وقصرة ملساء تحيط به ومغطاة بشعيرات تنمو منها وتساعد فى انتشار البزور كما فى القطن



شكل ٢٠٩

فوائد النباتات

القطن *Gossypium*

يزرع فى جميع أنحاء العالم لأخذ شعيراته التى تنسج منها الملابس القطنية وغيرها من الحاجيات الضرورية لبني الانسان

التيل *Hibiscus cannabinus*

يزرع أيضا لأخذ ألياف سوقه لعمل الحبال والملابس التياية

الباميا *H. esculentus*

تزرع لأخذ ثمارها لاستعمالها كخضر

القرقدان *Abutilon*

تؤخذ بتلات أزهاره ثم تجفف وتقعق ويشرب نقيعها على السكر

الحبازى *Malva sylvestris*

تزرع لأخذ أوراقها واستعمالها كخضر

وقد تزرع بعض النباتات فى الحدائق للزينة مثل الخطمية وأبى تيلون

العائلة الكتانية Linaceae

نباتات هذه العائلة أعشاب حولية تزرع لأهميتها الاقتصادية أو للزينة وقليل ما تكون أشجاراً أو شجيرات

الورقة Leaf

بسيطة - جالسة - عديمة الأذينات - تعريفها شبكي ونظامها على الساق بالتبادل

النورة Inflorescence

تكون النورة سيمية

الزهرة Flower

خشي - منتظمة - سفلية . ذات أربع

محيطات شكل ٢١٠

الكأس Calyx

تركب من خمس سبلات سائبة

ومتراكبة . ومستديمة تغطي الثمرة

التويج Corolla

يتركب من خمس بتلات سائبة ومتراكبة

وتسقط بمجرد تفتح الزهرة

الطلع Androecium

يتركب من عشر أسدية في محيطين . وقد تكون متحدة جميعها في القاعدة

والمحيط المقابل للكأس خصب والمقابل للتويج عقيم . وقد لا يكون إلا محيط

واحد في بعض الأزهار

المتاع Gynaeceum

يتركب من خمس كربلات متحدة المبايض في المركز . وسائبة الأفلام

والمياسم وقد ينشأ من وسط كل كربلة حاجز كاذب يقسم المسكن إلى قسمين

ولذلك يكون عدد المساكن ضعف عدد الكرابل . وفي كل مسكن برتين والوضع المشيبي قبي

القانون الزهري للكتان كما يأتي :

⊕ ♂ ك ت ط م (٥)
+ . . . +

التلقيح Pollination

تتلقيح أزهار هذه العائلة بالحشرات التي تجذبها بألوانها وتغذى بحبوب اللقاح والرحيق الذي تفرزه الغدد الموجودة على التخت خارج الأنبوبة السدائية . وتنقله من زهرة إلى أخرى وبذلك يحدث التلقيح الخلطي . ويمكن أن تتلقيح الأزهار تلقياً ذاتياً لأن المتك والمياسم تنضج في وقت واحد

الثمرة Fruit

الثمار - علبة Capsule

البذرة Seed

تغطي بقصرة جلدية وإذا نديت بالماء أفرزت مادة غروية تساعد على امتصاص الماء وتثبت البذرة في التربة . وتحيط بالجنين المستقيم المكون من فلقين وريشة وجذير

فوائد النباتات

تزرع نباتات هذه العائلة من قديم الزمن لأهميتها الاقتصادية وأكفان

قدماء المصريين خير دليل على قدمها

نبات الكتان *Linum usitatissimum*

يزرع خصيصاً لأخذ الألياف من سوقها أو أخذ البزور لاستخراج الزيت منها .

كتان الزهور *Linum grandiflorum*

وهو يزرع في الحدائق للزينة



شكل ٢١٠

العائلة السبذية Rutaceae

نباتات هذه العائلة أشجار أو شجيرات شكل ٢١١ أو أعشاب معمرة شكل ٢١٢ أو حولية وتنبت في المناطق الاستوائية والمعتدلة لاسيما جنوب أفريقيا وأستراليا وهي تحتل العشب



شكل ٢١٢ - نبات السذب



شكل ٢١١

الورقة Leaf

بسيطة أو مركبة عديمة الأذينات وذات عنق ينجح عند اتصاله بالنصل وهذا ما يثبت أن الورقة مركبة - يوجد بالورقة غدد كثيرة تفرز زيتا طيارا خاصا بهذه العائلة ويوجد في آباط الأوراق أشواك هي أوراق البرعم المتحورة وترتيب الأوراق على الساق متبادل أو متقابل

الثورة Inflorescence

تكون النورة سيمية

الزهرة Flower

خشى وقد تكون وحيدة الجنس . منتظمة أو وحيدة التناظر . سفلية ذات أربع محيطات . ويوجد على التخت قرص غدّي أسفل المبيض

الكأس Calyx

يتركب الكأس من أربع أو خمس سبلات سائبة ومتراكبة والسبلة الفردية خلفية

التويج Corolla

يتركب التويج من أربع أو خمس بتلات سائبة ومتراكبة

الطلع Androecium

يتركب من ثمان أو عشرة أسدية وفي النادر يكون أكثر من ذلك وفي الموالج تلحم الأسدية في حزم

والأسدية تكون في دائرتين الخارجية متقابلة وحداتها مع البتلات وهذا النظام يقال له Obdiplostemonous والمثك ينفتح انفتاحا داخليا Introrse

المتاع Gynaeceum

يتركب من أربع أو خمس كرابل متحدة وضعها المشيمي مركزي وفي كل غرفة بيضة أو اثنتان القانون الزهري

□ + ♂ كه ت ه ط ه م (٥)

الرسم الزهري كما في شكل ٢١٣

التلقيح Pollination

تنضج المتوك قبل الميامس فيحصل التلقيح الخلطي بالحشرات التي تزور الأزهار لتغذي برحيقها فتقلج حبوب اللقاح من زهرة إلى أخرى

الثمرة Fruit

الثمار إما أن تكون منشقة أو عنبية أو حسلية



شكل ٢١٣

البزرة Seed

البزرة هنا لا أندوسبرمية ذات قصرة رقيقة جلدية تحيط بالأجنة كما في أنواع الموالح وكل جنين يترب من فلقين وريشة وجذير فوائد النباتات

الموالم بانواعها تؤخذ منها الثمار لتؤكل طازجة أو تعمل مربات أو شرابا أو محلات مثل التارنج *Citrus aurantium* والبرتقال *C. sinensis* والليمون الأضاليا *C. limonia* واليوسى *C. nobilis* وأما نبات السذب *Ruta graveolens* فزيته منبه وطارد للديدان

العائلة الوردية Rosaceae

نباتات هذه العائلة أشجار أو شجيرات أو أعشاب حولية أو معمرة تتكاثر تكاثرا خضرىا بسوقها المدادة أو بالفسائل *Suckers*

الورقة Leaf

تكون بسيطة أو مركبة ذات أذينات مستديمة كما في الورد أو متساقطة كما في التفاح والكمثرى أو تكون عديمة الأذينات كما في بعض نباتات الجنس اسبيريا

النورة Inflorescence

تختلف كثيراً فقد تكون محدودة أو غير محدودة وأما في الورد والشليك فالزهرة فردية

الزهرة Flower

منتظمة . خثى . سفلية . محيطية . أو علوية ذات أربع محيطات وقد تشتمل على محيط خامس يسمى تحت الكأس كما في الشليك والبوتتلا

الكأس Calyx

يترب من خمس سبلات وفى النادر أربع متحدة من أسفل أو سائبة وقد يوجد تحت كأس كما في الشليك

التويج Corolla

يترب من خمس أو أربع بتلات سائبة ومتراكبة في البرعم

الطلع Androecium

يترب من عدد من الأسدية قدر عدد البتلات مرتين أو ثلاث أو أربع وقد تكون عديدة

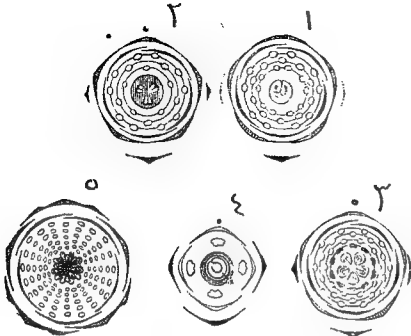
المتاع Gynaeceum

يتكون من كربلة واحدة أو خمس متحدة كما في جنس التفاح أو عدة كرايل سائبة كما في الشليك والورد .

القانون الزهرى لنبات الشليك كما يأتى :



الرسم الزهرى شكل ٢١٤



شكل ٢١٤ - اشكال الرسم الزهرى فى العائلة الوردية

(١) المشمش (٢) المبيض ذو ثلاث كرايل متحدة (٣) اسبيريا

(٤) التويج والطلع يترب كل منهما من ٤ ورقات (٥) الورد

التلقيح Pollination

قد يحدث فى هذه العائلة التلقيح الذاتى فى بعض أزهارها بالنسبة لعدم احتوائها

على رحيق وعدم وجود لون بها يجذب الحشرات . وفي بعض الأزهار توجد غددين الكرابل والأسدية فتزورها الحشرات لتغذي بهذا الرحيق فتقل جلوب اللقاح من زهرة إلى أخرى ويحدث التلقيح الخلطي . وبما يزيد الأمر وضوحاً في هذا التلقيح هو أن أسدية بعض الأزهار تنضج قبل متاعها

الثمرة Fruit

إما أن تكون حسلية أو تفاحية أو مجموعة فقيرات أو مجموعة جرايات

البزرة Seed

تكون لاندوسبرمية وفي القليل النادر تكون اندوسبرمية وهي تشمل على قصرة تحيط بالجنين المكون من فلقين وريشة وجذير ويمكن تقسيم هذه العائلة الى الأجناس الآتية :

١ - جنس أسبيريا The genus of spiraea

أزهاره ذات محيطات اربع وكل محيط يتركب من خمس وريقات والزهرة سفلية والثمرة جراية *

٢ - جنس التفاح The genus of pyrus

هذا الجنس يتميز بأن التخت يتحد بالمبيض شكل ٢١٥ ويتشحم ويصبح عصيرياً ويؤكل والزهرة علوية خماسية الأجزاء الكرابل خمس متحدة والثمرة تفاحية Pome

٣ - جنس الورد The genus of rose

التخت في هذا الجنس يتقعر ويأخذ شكل جرة Pitcher - like والمتاع يتركب من كربة واحدة أو عدة كرابل سائبة وكل مبيض يشتمل على بويضة أو اثنتين والثمرة مجموعة فقيرات وفي

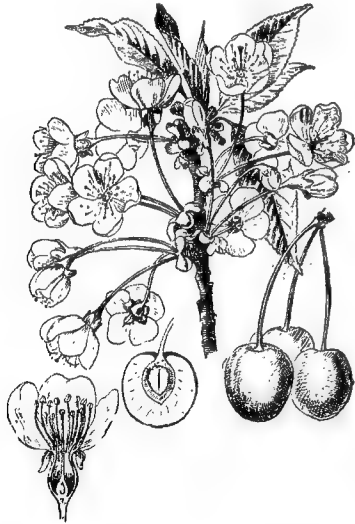


شكل ٢١٥

بالشليك يظهر التخت مخروطياً ويحمل كرابل كثيرة سائبة كل منها يكون ثمرة فقيرة وعند نضج الثمار يصبح التخت شحمياً متفخفاً أحر اللون ويؤكل مع مجموعة الفقيرات المنغرسه فيه ويحاط من أسفل بتخت الكأس المستديم وأما في نبات البوتنتلا Potentilla التخت متفطح ويحمل الكرابل السائبة ويوجد للزهرة أيضاً تحت كأس

٤ - جنس المشمش The genus of Prunae

يتميز هذا الجنس بأن المتاع ذو كربة واحدة شكل ٢١٦ منغرسه في التخت



شكل ٢١٦

المفلطح وهو يشتمل على أشجار الفاكهة مثل المشمش والبرقوق واللوز ويلاحظ في ثمرة نبات اللوز Almond أن الغلاف الخارجى والوسطى عندما تجف الثمرة يفصلان عن الغلاف الداخلى الخشبي الذى يحيط بالبذرة أو البزرتين والثمرة حسله Drupe ويوجد صنف من اللوز والمشمش والبرقوق ذات بزور طامها مر سام لاحتوائها على مادة الايجداين المشتملة على حمض الايدروسيانيك فيجب عدم أكل هذه البزور بكثرة خشية التسمم

فوائد النباتات

تزرع نباتات هذه العائلة اما الزينة مثل الورد أو لثمارها التى تؤكل طازجة أو تعمل منها المربات والشراب مثل التفاح Pyrus malus والكثيرى Pyrus communis والمشمش Prunus armeniaca والبرقوق P. domestica واللوز Prunus amygdalus والخوخ Prunus persica والشليك Fragaria

العائلة البقلية Leguminosae

تتمتاز نباتات هذه العائلة بمتاعها المكون من كربة واحدة ذات الغرفة الواحدة والبزور المتراسة فى صف أو صفين على التدريز البطنى Ventral suture والثمرة بقلاء Legume تنفتح لدى التدريزين البطنى والظهرى . والأوراق فى الغالب مركبة . ذات أذينات لها انتفاخ عند قاعدة الورقة . أو الوريقة يسمى بلقنى Pulvini وهو موضع الحس فى الورقة وهى تلى العائلة المركبة فى كثرة أجناسها وأنواعها وانتشار نباتاتها . أما من الوجهة الغذائية الاقتصادية فإنها تلى العائلة النجيلية وهى تشتمل على تحت العائلات الآتية

(١) تحت العائلة الطلحية Mimosaceae

نباتاتها أشجار قائمة أو متسلقة وشجيرات

الورقة Leaf

تكون عادة مركبة تركيباً متضاعفا ذات أذينات متحورة إلى أشواك كما فى

السنط وذات أعناق وقد يتحول العنق إلى شكل ورقة للتمثيل

التورة Inflorescence

هامة . أو سنبلية كما فى جنس البروزوبس Prosopis

الزهرة Flower

سفلية . أو محيطية . خنثى - منتظمة . ذات أربع محيطات وكل محيط يشتمل على أربع وريقات أو خمس

الكأس Calyx

يتربك من أربع أو خمس سبلات متحدة ومصرعية فى حالة البرعم وفى بعض الأحيان يغيب محيط الكأس بالمرة

التويج Corolla

يتربك من أربع أو خمس بتلات سائبة ومصرعية فى حالة البرعم

الطلع Androecium

يتربك من عدة أسدية سائبة وقد يكون عددها قدر عدد البتلات أو ضعفها ولون الزهرة يؤخذ من لون أسديتها لأن التويج ذو بتلات صغيرة لا تقي بالغرض . وجوب اللقاح عادة متحدة أربعا أو ربعا وقد تكون أكثر من ذلك

المتاع gynaeceum

تتكون من كربة واحدة

القانون الزهرى

١٢ ط ١٣

الرسم الزهرى شكل ٢١٧

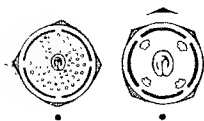
التلقيح Pollination

خطى بالحيشرات التى تزور الأزهار

لتغذى بحبوب اللقاح

الثمرة Fruit

قرظة



شكل ٢١٧

الورقة Leaf

لأندوسبرمية ولها قصرة جلدية تغلف الجنين الكبير المستقيم المكون من
خلفتين وريشة وجذير
فوائد النباتات

فوائد النباتات

تزرع نباتاتها للزينة مثل الفسقية أو لأخشابها أو لأجل الروائح العطرية التي تؤخذ من أزهارها أو لأجل مواد الدبابة التي تؤخذ من ثمارها وقد تؤخذ المواد الصمغية من سوقها كما في السنط

الصمغية من سوقها كما في السنط

(٢) تحت العائلة البقمية Caesalpiniaceae

نباتاتها أشجار أو شجيرات شكل ٢١٨

A black and white photograph of a plant specimen, likely a legume, showing a central stem with several pinnate leaves and a terminal raceme of dark, rounded flowers or fruits. The leaves are elongated and have multiple leaflets. The flowers or fruits are clustered at the top of the stem.

شکل ۲۱۸

Androecium الطلع

Gynaecium المتاع

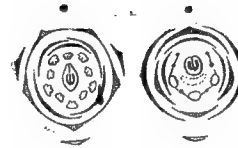
۱۲ ۲ ۳ ۴ ۵ ۶ ۷ ۸ ۹ ۱۰ ۱۱ ۱۲ ۱۳ ۱۴ ۱۵ ۱۶ ۱۷ ۱۸ ۱۹ ۲۰ ۲۱ ۲۲ ۲۳ ۲۴ ۲۵ ۲۶ ۲۷ ۲۸ ۲۹ ۳۰ ۳۱ ۳۲ ۳۳ ۳۴ ۳۵ ۳۶ ۳۷ ۳۸ ۳۹ ۴۰ ۴۱ ۴۲ ۴۳ ۴۴ ۴۵ ۴۶ ۴۷ ۴۸ ۴۹ ۵۰ ۵۱ ۵۲ ۵۳ ۵۴ ۵۵ ۵۶ ۵۷ ۵۸ ۵۹ ۶۰ ۶۱ ۶۲ ۶۳ ۶۴ ۶۵ ۶۶ ۶۷ ۶۸ ۶۹ ۷۰ ۷۱ ۷۲ ۷۳ ۷۴ ۷۵ ۷۶ ۷۷ ۷۸ ۷۹ ۸۰ ۸۱ ۸۲ ۸۳ ۸۴ ۸۵ ۸۶ ۸۷ ۸۸ ۸۹ ۹۰ ۹۱ ۹۲ ۹۳ ۹۴ ۹۵ ۹۶ ۹۷ ۹۸ ۹۹ ۱۰۰ ۱۰۱ ۱۰۲ ۱۰۳ ۱۰۴ ۱۰۵ ۱۰۶ ۱۰۷ ۱۰۸ ۱۰۹ ۱۱۰ ۱۱۱ ۱۱۲ ۱۱۳ ۱۱۴ ۱۱۵ ۱۱۶ ۱۱۷ ۱۱۸ ۱۱۹ ۱۲۰ ۱۲۱ ۱۲۲ ۱۲۳ ۱۲۴ ۱۲۵ ۱۲۶ ۱۲۷ ۱۲۸ ۱۲۹ ۱۳۰ ۱۳۱ ۱۳۲ ۱۳۳ ۱۳۴ ۱۳۵ ۱۳۶ ۱۳۷ ۱۳۸ ۱۳۹ ۱۴۰ ۱۴۱ ۱۴۲ ۱۴۳ ۱۴۴ ۱۴۵ ۱۴۶ ۱۴۷ ۱۴۸ ۱۴۹ ۱۵۰ ۱۵۱ ۱۵۲ ۱۵۳ ۱۵۴ ۱۵۵ ۱۵۶ ۱۵۷ ۱۵۸ ۱۵۹ ۱۶۰ ۱۶۱ ۱۶۲ ۱۶۳ ۱۶۴ ۱۶۵ ۱۶۶ ۱۶۷ ۱۶۸ ۱۶۹ ۱۷۰ ۱۷۱ ۱۷۲ ۱۷۳ ۱۷۴ ۱۷۵ ۱۷۶ ۱۷۷ ۱۷۸ ۱۷۹ ۱۸۰ ۱۸۱ ۱۸۲ ۱۸۳ ۱۸۴ ۱۸۵ ۱۸۶ ۱۸۷ ۱۸۸ ۱۸۹ ۱۹۰ ۱۹۱ ۱۹۲ ۱۹۳ ۱۹۴ ۱۹۵ ۱۹۶ ۱۹۷ ۱۹۸ ۱۹۹ ۲۰۰ ۲۰۱ ۲۰۲ ۲۰۳ ۲۰۴ ۲۰۵ ۲۰۶ ۲۰۷ ۲۰۸ ۲۰۹ ۲۱۰ ۲۱۱ ۲۱۲ ۲۱۳ ۲۱۴ ۲۱۵ ۲۱۶ ۲۱۷ ۲۱۸ ۲۱۹ ۲۲۰ ۲۲۱ ۲۲۲ ۲۲۳ ۲۲۴ ۲۲۵ ۲۲۶ ۲۲۷ ۲۲۸ ۲۲۹ ۲۳۰ ۲۳۱ ۲۳۲ ۲۳۳ ۲۳۴ ۲۳۵ ۲۳۶ ۲۳۷ ۲۳۸ ۲۳۹ ۲۴۰ ۲۴۱ ۲۴۲ ۲۴۳ ۲۴۴ ۲۴۵ ۲۴۶ ۲۴۷ ۲۴۸ ۲۴۹ ۲۵۰ ۲۵۱ ۲۵۲ ۲۵۳ ۲۵۴ ۲۵۵ ۲۵۶ ۲۵۷ ۲۵۸ ۲۵۹ ۲۶۰ ۲۶۱ ۲۶۲ ۲۶۳ ۲۶۴ ۲۶۵ ۲۶۶ ۲۶۷ ۲۶۸ ۲۶۹ ۲۷۰ ۲۷۱ ۲۷۲ ۲۷۳ ۲۷۴ ۲۷۵ ۲۷۶ ۲۷۷ ۲۷۸ ۲۷۹ ۲۸۰ ۲۸۱ ۲۸۲ ۲۸۳ ۲۸۴ ۲۸۵ ۲۸۶ ۲۸۷ ۲۸۸ ۲۸۹ ۲۹۰ ۲۹۱ ۲۹۲ ۲۹۳ ۲۹۴ ۲۹۵ ۲۹۶ ۲۹۷ ۲۹۸ ۲۹۹ ۳۰۰ ۳۰۱ ۳۰۲ ۳۰۳ ۳۰۴ ۳۰۵ ۳۰۶ ۳۰۷ ۳۰۸ ۳۰۹ ۳۱۰ ۳۱۱ ۳۱۲ ۳۱۳ ۳۱۴ ۳۱۵ ۳۱۶ ۳۱۷ ۳۱۸ ۳۱۹ ۳۲۰ ۳۲۱ ۳۲۲ ۳۲۳ ۳۲۴ ۳۲۵ ۳۲۶ ۳۲۷ ۳۲۸ ۳۲۹ ۳۳۰ ۳۳۱ ۳۳۲ ۳۳۳ ۳۳۴ ۳۳۵ ۳۳۶ ۳۳۷ ۳۳۸ ۳۳۹ ۳۴۰ ۳۴۱ ۳۴۲ ۳۴۳ ۳۴۴ ۳۴۵ ۳۴۶ ۳۴۷ ۳۴۸ ۳۴۹ ۳۵۰ ۳۵۱ ۳۵۲ ۳۵۳ ۳۵۴ ۳۵۵ ۳۵۶ ۳۵۷ ۳۵۸ ۳۵۹ ۳۶۰ ۳۶۱ ۳۶۲ ۳۶۳ ۳۶۴ ۳۶۵ ۳۶۶ ۳۶۷ ۳۶۸ ۳۶۹ ۳۷۰ ۳۷۱ ۳۷۲ ۳۷۳ ۳۷۴ ۳۷۵ ۳۷۶ ۳۷۷ ۳۷۸ ۳۷۹ ۳۸۰ ۳۸۱ ۳۸۲ ۳۸۳ ۳۸۴ ۳۸۵ ۳۸۶ ۳۸۷ ۳۸۸ ۳۸۹ ۳۹۰ ۳۹۱ ۳۹۲ ۳۹۳ ۳۹۴ ۳۹۵ ۳۹۶ ۳۹۷ ۳۹۸ ۳۹۹ ۴۰۰ ۴۰۱ ۴۰۲ ۴۰۳ ۴۰۴ ۴۰۵ ۴۰۶ ۴۰۷ ۴۰۸ ۴۰۹ ۴۱۰ ۴۱۱ ۴۱۲ ۴۱۳ ۴۱۴ ۴۱۵ ۴۱۶ ۴۱۷ ۴۱۸ ۴۱۹ ۴۲۰ ۴۲۱ ۴۲۲ ۴۲۳ ۴۲۴ ۴۲۵ ۴۲۶ ۴۲۷ ۴۲۸ ۴۲۹ ۴۳۰ ۴۳۱ ۴۳۲ ۴۳۳ ۴۳۴ ۴۳۵ ۴۳۶ ۴۳۷ ۴۳۸ ۴۳۹ ۴۴۰ ۴۴۱ ۴۴۲ ۴۴۳ ۴۴۴ ۴۴۵ ۴۴۶ ۴۴۷ ۴۴۸ ۴۴۹ ۴۵۰ ۴۵۱ ۴۵۲ ۴۵۳ ۴۵۴ ۴۵۵ ۴۵۶ ۴۵۷ ۴۵۸ ۴۵۹ ۴۶۰ ۴۶۱ ۴۶۲ ۴۶۳ ۴۶۴ ۴۶۵ ۴۶۶ ۴۶۷ ۴۶۸ ۴۶۹ ۴۷۰ ۴۷۱ ۴۷۲ ۴۷۳ ۴۷۴ ۴۷۵ ۴۷۶ ۴۷۷ ۴۷۸ ۴۷۹ ۴۸۰ ۴۸۱ ۴۸۲ ۴۸۳ ۴۸۴ ۴۸۵ ۴۸۶ ۴۸۷ ۴۸۸ ۴۸۹ ۴۹۰ ۴۹۱ ۴۹۲ ۴۹۳ ۴۹۴ ۴۹۵ ۴۹۶ ۴۹۷ ۴۹۸ ۴۹۹ ۵۰۰ ۵۰۱ ۵۰۲ ۵۰۳ ۵۰۴ ۵۰۵ ۵۰۶ ۵۰۷ ۵۰۸ ۵۰۹ ۵۱۰ ۵۱۱ ۵۱۲ ۵۱۳ ۵۱۴ ۵۱۵ ۵۱۶ ۵۱۷ ۵۱۸ ۵۱۹ ۵۲۰ ۵۲۱ ۵۲۲ ۵۲۳ ۵۲۴ ۵۲۵ ۵۲۶ ۵۲۷ ۵۲۸ ۵۲۹ ۵۳۰ ۵۳۱ ۵۳۲ ۵۳۳ ۵۳۴ ۵۳۵ ۵۳۶ ۵۳۷ ۵۳۸ ۵۳۹ ۵۴۰ ۵۴۱ ۵۴۲ ۵۴۳ ۵۴۴ ۵۴۵ ۵۴۶ ۵۴۷ ۵۴۸ ۵۴۹ ۵۵۰ ۵۵۱ ۵۵۲ ۵۵۳ ۵۵۴ ۵۵۵ ۵۵۶ ۵۵۷ ۵۵۸ ۵۵۹ ۵۶۰ ۵۶۱ ۵۶۲ ۵۶۳ ۵۶۴ ۵۶۵ ۵۶۶ ۵۶۷ ۵۶۸ ۵۶۹ ۵۷۰ ۵۷۱ ۵۷۲ ۵۷۳ ۵۷۴ ۵۷۵ ۵۷۶ ۵۷۷ ۵۷۸ ۵۷۹ ۵۸۰ ۵۸۱ ۵۸۲ ۵۸۳ ۵۸۴ ۵۸۵ ۵۸۶ ۵۸۷ ۵۸۸ ۵۸۹ ۵۹۰ ۵۹۱ ۵۹۲ ۵۹۳ ۵۹۴ ۵۹۵ ۵۹۶ ۵۹۷ ۵۹۸ ۵۹۹ ۶۰۰ ۶۰۱ ۶۰۲ ۶۰۳ ۶۰۴ ۶۰۵ ۶۰۶ ۶۰۷ ۶۰۸ ۶۰۹ ۶۱۰ ۶۱۱ ۶۱۲ ۶۱۳ ۶۱۴ ۶۱۵ ۶

الرسم الزهري شكل ٢١٩

التلقيح Pollination

خطل بالحشرات .

الثمرة Fruit



شكل ٢١٩

قرظة . أو قرنة . وفي السنامكي الثمرة

تكون مضغوطة والغلاف الثرى Pericarp

قد تتميز فيه ثلاث طبقات الخارجية exocarp

لامعة والوسطية mesocarp غضة شحمية

والداخلية endocarp متخشبة تحيط بالبزور كما في الخروب والثمرة قد تكون

ذات بزررة واحدة وتفتح كما في نبات الكافيري

البزرة Seed

لا أندوسبرمية ذات قصرة خشبية أو جلدية تحيط بالجنين المستقيم وفي نبات

الكافيري يلاحظ أن البزرة تغطي من جانب واحد بمادة غضة تسمى

بالأرلس Arillus

فوائد النباتات الشبيرة

يزرع كثير من نباتاتها في الشوارع لظل كالوهينيا Bauhinia والبوانيسيا

Poinciana وقد تزرع نباتاتها لأخشابها المفيدة أو لاستخراج العقاقير الطبية

من أوراقها أو للتغذي بها كما في الخروب Ceratonia Siliqua

وتستخرج من بعض أنواعها مادة لها تكسيلين كما في جنس Haematoxylon

(٣) تحت العائلة الفراشية Papilionaceae

نباتاتها أشجار أو شجيرات أو أعشاب حولية أو عميرة وقد تكون متسلقة

كما في الويستاريا Wistaria والبلاب والفاصولياء والبازلاء

الورقة Leaf

وقد تكون بسيطة كما في لسان الكلب Scorpiurus muricata أو

السرسوع Dalbergia وقد تكون ذات ثلاث وريقات كما في البرسيم والحلبة .

ذات أذينات وقد تنساقط الوريقات ولا يبقى إلا العرق الوسطى يتحور طرفه

إلى شوكة كما في القتاد وقد تتحور بعض الوريقات الطرفية إلى محاليق كما في الفول

والبازلاء والعنبر

النورة Inflorescence

تكون النورة رسمية تخرج من آباط الأوراق كما في الفول والبازلاء

وطرفه كما في الترمس والبرسيم

الزهرة Flower

خشي . وحيدة التناظر . سفلية . ذات أربع محيطات

الكأس Calyx

يتركب من خمس سبلات . متحدة من أسفل ومستديمة حتى بعد تكون

نضج الثمرة وقد يتحول إلى شكل مئانة ممتلئة بالهواء وتحيط بالثمرة لتساعد على

انتثارها كما في القتاد

التويج Corolla

يتركب من خمس بتلات متراكبة تراكبا تنازليا وتسمى بأسماء : الخلفية تسمى

علما Standard والجانبين تسميان بالجناحين 2 Wings والأماميان المتحدتان

بالزورق Keels وقد يستديم التويج كما في البرسيم والقتاد

الطلع Androecium

يتركب من عشرة أسدية خيوطها إمامتحدة جميعها مكونة أنبوبة تحيط بالمتاع

كما في الترمس وجنس الأنونس وقد تكون هذه الأنبوبة مشقوقة شقا طويلا

كما في جنس الكروتالاريا Crotalaria

ولما متحدة تسع منها والسداة الخلفية سائبة كما في الفول ولما سائبة

الاسدية جميعها كما في الميروزيلين Myroxylon

المتاع Gynaeceum

يتكون من كربة واحدة ذات غرفة واحدة وطرف الميسم يميل إلى أعلى

القانون الزهرى للفول كما يأتي :



شكل ٢٢١

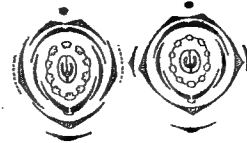
الورقة Leaf

مركبة وفي النادر تكون بسيطة كما في نبات Bupleurum لها غمد يحيط بالساق عند العقد . ولها عرق . ونظامها على الساق تبادل

النورة Inflorescence

تكون عادة طرفية خيمية مركبة وقد تكون بسيطة والقنابات تحيط بالنورة وتعمل شكل قلافة Involucre وقد تكون النورة خالية من القلافات البتة

١٢ ط ٥ ك ١٠
١+٩ ١+٢+٢
الرسم الزهرى شكل ٢٢٠



شكلا ٢٢٠

التلقيح Pollination

خطلي بالحشرات الكبيرة

الثمرة Fruit

قرنة Legume مستقيمة أو مبطنية

ملساء أو ملتفة لولية كما في نوع الحلبة

وقد تكون غير مفتوحة كما في نوع البرسيم والخندقوق Melilotus وقد تكون

جناحية كما في ثمرة أبو المكارم Machaerium tipa

البزرة Seed

لا أندوسبرمية ذات قشرة جلدية تحيط بالجنين الكبير المنحنى Curved embryo

المكون من ريشة وفلقين وجذير متشحمين لاشتغالهما على المادة الغذائية

فوائد نباتاتها : يؤخذ البلسم من نبات الميروزيلين Myroxylon ويؤخذ

الزيت من بزور الفول السوداني Arachis hypogaea مع العلم بأن زهرة الفول

السوداني بعد التلقيح والاختصاب تحترق التربة وتنفس الثمرة فيها وتضج

وكنا لا ينسى فوائد الفول البلدى للحيوان والانسان وكذلك العدس

والبازلاء والفاصولياء التي تؤكل ثمارها خضراء وبعد جفافها

العائلة الخيمية Umbelliferae

نباتات هذه العائلة عشبية حولية شكل ٢٢١ أو معمرة لها سوق ذات

سلاميات جوفاء وعقد كبيرة واضحة مصمتة تنتشر هذه النباتات في آسيا وأواسط

أمريكا وشيلي واستراليا . ويوجد بجميع أعضائها قنوات الزيتية يقال لها

Schizogenous Canal وبعض نباتاتها سامة

تؤخذ أوراقهما وتستعمل كخضار وبعضها يوجد بين المحاصيل كحشائش غريبة . مثل الحلة مع أنها تعطى ثمارا تستعمل في أمراض الكلى وتنظيفها من الحصى والحلثيت (أبو كبير) *Ferula* يستخرج من جذره بعض المواد الراتنجية الطيبة

العائلة القرعية Cucurbitaceae

نباتات هذه العائلة حولية أو معمرة أو شجيرات متسلقة بمحاليقها المتحورة إما عن أوراق أو قنابات وسوقها جارية وتغطي أعضاؤها الخضرية عادة بشعيرات وقد تضخم جذورها مثل جذر اللعبة المرة *Bryonia cretica* ومن تشريح نباتاتها يعرف أن الخزم في دائرتين وكل حزمة مفتوحة ذات الجانبين وعناصر الخشب واللحاء واسعة الفجوات وهذه الصفة توضعها إلى النباتات المتسلقة .

وبناتها أحادية أو ثنائية المنزل

الورقة Leaf

الورقة بسيطة راحية ذات فصوص غائرة . عديمة الأذنين ، ذات عنق ، تعريقها شبكي ، وقد تتحول الأوراق إلى شكل محاليق كما في الخيار

الزهرة Flower

فردية لإطية ، وحيدة الجنس ، منتظمة ، المؤتة سفلية ويوجد بها آثار للاسدية وأما الزهرة المذكورة فوجد لها خمس أسدية أربع منها في حزمتين أي كل اثنتين في حزمة وأما الخامسة ففردية ويوجد في مركز الزهرة عدة تمثل المتاع

الكأس Calyx

يتركب من خمس سبلات ملتحمة من أسفل

التويج Corolla

يتركب من خمس بتلات ملتحمة من أسفل

الطلع Androecium

في الزهرة المذكورة يتركب الطلع من خمس أسدية

المتاع Gynaecium

يتركب متاع الزهرة المؤتة من ٣ - ٤ كرابل متحدة ذات مسكن واحد وتنمو المشيمة في المبدأ إلى الداخل ففصل الفرقة إلى مساكن قدر عدد الكرابل فيخيل للبرء أن الوضع المشيمي مركزي مع أنه جداري القانون الزهري للعائلة

⊕ ⊖ ك (٥) ت (٥) ١+٢+٣

⊕ ⊕ ك (٥) ت (٥) ٢ (٣-٤)

الرسم الزهري شكل ٢٢٣

التلقيح Pollination

التلقيح خلطي بالحشرات التي تزور

الأزهار من أجل رحيقها

الثمار Fruit

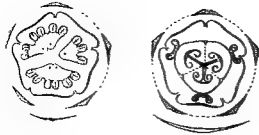
الثمرة لبية وقد يتخشب الغلاف الخارجي منها كما في الخنظل والبطيخ وقد يكون غشائي رقيق كما في اللعبة المرة *Bryonia cretica* وقد تنفتح الثمرة إلى مصاريع كما في ثمرة المورديكا بلسمينا *Momordica balsamina*

البزرة Seed

البزرة لأندوسبرمية لها قصرة جلدية تغطي الجبين المكون من فلقين كبيرين ور يشة صغيرة وجذير

فوائد نباتاتها

تزرع نباتات هذه العائلة لأجل ثمارها فالبطيخ *Citrullus vulgaris* والشمام *Cucumis melo* والفاوون *Cucumis sativus* والخيار *Cucumis dudaim* وغيرها لها ثمار لبية حلوة المذاق تؤكل كحلو في أوقات الصيف



شكل ٢٢٣

واللوف *Luffa cylindrica* نبات متسلق ينتج ثماراً تستعمل بعد نضجها في الحوم

والخنظل *Citrullus colocynthis* نبات ينمو في الصحراء ويعطى ثماراً بحجم البرتقالة صفراء اللون ذات لب مر مقي. وهو قاتل للعتة والقرع *Cucurbita pepo* تستعمل ثماره كخضار

وقد يزرع بعضها في الحدائق الزينة مثل موموردیکا بلسمينيا وهو نبات متسلق يعطى ثماراً جرماء بعد النضج تفتتح انفتاحاً مصراعياً

العائلة المركبة Compositae

نباتات هذه العائلة منتشرة في جميع أنحاء العالم وتضم ما يقرب من عشر النباتات الزهرية. والنباتات أعشاب حولية أو معمرة وقد تكون شجيرات وأشجار في المناطق الحارة. وقد توجد ببعض النباتات أوعية لبنية. وتكاثر النباتات بالريزومات والدرنات والسوق الجارية علاوة على تكاثرها بالبزور

الورقة Leaf

الورقة بسيطة عديمة الأذنين - ذات عتق - تعريقها شبكي وقد يكون متواز - النصل مفصص - لها أغصان تحيط بالساق كما في الجعصيص ونظامها على الساق بالتبادل وقد تتحور الورقة إلى حراشيف أو شوكة أو يغطي النصل بأشواك كما في النباتات الصحراوية.

النورة Inflorescence

النورة هامة *Capitulum* أزهارها عادة على نوعين المركزية منها أنبوية وخشبية عادة وتسمى أزهاراً قرصية *Disc flowers* وأما الخارجية إما أنثى أو عقيمة وبتلاتها تشبه اللسان وتسمى أزهاراً شعاعية *Ray flowers* وقد تكون النورة جميعاً مكونة من أزهار أنبوية أو كلها أزهار شعاعية

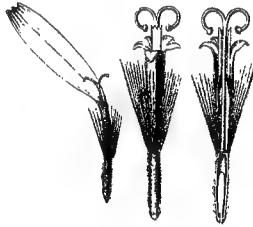
و تغلف النورة من الخارج بقلافة *Involucre* مكونة من أوراق خضراء

صغيرة قد تتحول إلى أشواك كما في نوع السنطوريا. وكل زهره تخرج من إبط

قنابة Bract

الزهرة Flower

الزهرة عادة علوية شكل ٢٢٤ والقرصية خشبي منتظمة والشعاعية أنثى أو عقيمة وحيدة التناظر ذات ألوان مختلفة جذابة وقد تكون الزهرة وحيدة الجنس ففي الشيبث *Xanthium* مثلاً والأمبروزيا *Ambrosia* تكون الأزهار المؤنثة في نورة والأزهار المذكورة في نورة أخرى على نفس النبات.



شكل ٢٢٤ - زهرة شعاعية وزهرة قرصية وقطاع طول فيها

وأما في نورة الأقوحن *Calendula* فالأزهار المذكورة تشغل مركزها وتحيط بها الأزهار المؤنثة.

الكأس Calyx

الكأس في أزهار هذه العائلة محترل إلى أسنان أو إلى شعيرات أو أشواك تساعد في انتشار الثمار من مكان لآخر بالرياح وغيرها من العوامل

التويج Corolla

يتركب التويج في الأزهار القرصية من خمس بتلات متحدة في شكل أنبوية ومصراعية في البرعم وأما في الأزهار الشعاعية فهو شريطي ذو أسنان تدل على عدد الكراويل ففي القطيفة يوجد ثلاث أسنان في الشفة السفلى تدل على أنها مركبة من ثلاث بتلات أما الشفة العليا فتتوأم ضعيفاً أو تكون معدومة بالمرّة كما في الأقوحن.

الطلع Androecium

يتربك من خمس أسدية متصلة بالبتلات Epipetalous ومتحدة المتوك وسائبة الخيوط .

المئاع Gynaecium

يتربك من كرتين متحدتين صانعتين غرفة واحدة بها بويضة واحدة مستقيمة والوضع المشيمي قاعدي والتخت يتحد بمجدار المبيض يعلوه قرص غدي يحيط بالقلم والقلم متفرع الى فرعين والميسان ميلان الى أسفل وقد يلتحم الميسان الى النهاية كما في الخرشوف .

القانون الزهري لزهرة قرصية كما يأتي

$$\left(\begin{array}{c} \oplus \\ \oplus \end{array} \right) \times \begin{array}{c} \text{ت} \\ \text{ط} \end{array} \begin{array}{c} (5) \\ (5) \end{array} \begin{array}{c} \text{م} \\ (2) \end{array}$$

الرسم الزهري كما في شكل ٢٢٥

التلقيح Pollination

تلقيح الأزهار تلقيحاً خاطئاً بالحشرات التي تزورها لاجل رحيقها وقد يحدث التلقيح الذاتي بالنسبة لتركيب المياسم والمتوك .



شكل ٢٢٥

الثمرة Fruit

ثمرة جافة غير متفتحة من نوع السبلاء Cypselis وقد تغطي قمتها بشعيرات تساعد في انتشارها بالرياح .

البزرة Seed

البزرة عديمة الاندوسبرم — ذات قصرة جلدية تحيط بالجنين الزيتي، ذي الريشة والجذير والفلقين .

فوائد النباتات :

تزرع نباتات هذه العائلة في الحدائق للزينة مثل التيثونيا Tithonia والداليا Dahlia والزينيا Zinnia والسنيراريا Cineraria والاراولا Chrysanthemum.

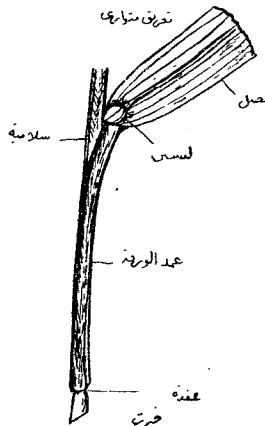
وقد يؤخذ من ثمارها الزيت مثل الخس والانيولين من جذور الدانديليون والخرشوف Cinara scolymus تؤخذ منه النورة لاستعمالها كخضار .
والشبح Artemisia يؤخذ منه البابونج ذو الفوائد الطبية الكثيرة فهو طارد للديدان

والقرطم Carthamus tinctorius يزرع لاجل ثماره التي يؤخذ منها الزيت الحلو وكذلك تويج الأزهار يستخرج منه مادة ملونة تسمى بالعصفر يستعمل في التلوين .

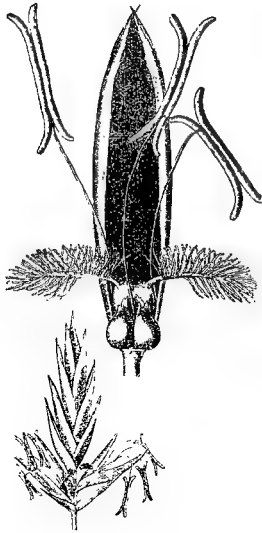
العائلة النجيلية Gramineae

نباتات هذه العائلة أعشاب حولية أو معمرة لها سوق اسطوانية ذات سلاميات جوفاء ماخلا الذرة والقصب فإن سلامياتها صماء والعقد ثخينة صماء الورقة Leaf

الورقة بسيطة جالسة تعريقها متواز شكل ٢٢٦ لها غمد تحيط بالعقد وعند



شكل ٢٢٦



شكل ٢٢٨ - سنبلة القمح البسيطة وزهرتها

القانون الزهري للقمح كما يأتي

$$\begin{array}{c} \oplus \\ \text{غل} ٢ + ٢ \text{ طم} ٢ \end{array}$$

الرسم الزهري لزهرة القمح شكل ٢٢٩ ولبيض النجيليات الاخرى شكل ٢٣٠

التلقيح Pollination

نظام إتصال الخيوط بالمتوك وكذلك شكل المياسم يشير إلى أن التلقيح هو أنوي وقد يحدث التلقيح الذاتي في الأزهار التي لا تفتح إلا بعد التلقيح والاختصاص

الثمرة Fruit

الثمرة برة Caryopsis وقد تكون مغلفة بالقنابع كما في الشعير والأرز أو

إتصاله بالنصل يوجد لسين وهو غشاء شفاف وكذلك توجد زائدتان على جانبي اللسين يملن أن تميز بها النباتات بعضها من بعض - ونظام الأوراق على الساق بالتبادل

النورة Inflorescence

النورة سنبلة مركبة كما في القمح والشعير أو رسيمية مركبة كما في الشوفان والسنبلة



البسيطة شكل ٢٢٧ تكون عادة محوطة بقنبتين Two Glumes وتحمل زهرة واحدة كما في الأرز والغاب أو زهرتين كما في الذرة أو أكثر كما في القمح - وكل زهرة تخرج من إبط قنابة تسمى بالعصاة الأمامية Palea Inferior ويكون لها سفا Awn ويوجد على قع الزهرة عصاة خلفية Palea Superior وتعتبر العصافتان غلافًا خارجيًا للزهرة

شكل ٢٢٧

السنبلة البسيطة

لاحظ تركيبها

الزهرة Flower

الزهرة سفلية . منتظمة . خنثى شكل ٢٢٨ . وقد تكون وحيدة الجنس كما في نبات الكاركس Carex وتغلف كل

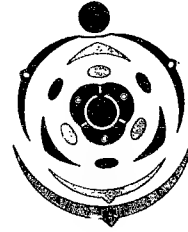
زهرة بالعصافين الأمامية والخلفية وتعتبران بالغلاف الخارجي للزهرة وأما غلافها الداخلي فيعمل بالفيلدسات Lodicules التي يختلف عددها باختلاف النباتات ففي القمح مثلاً يوجد فليسان وفي الأرز والغاب يوجد ثلاثة .

الطلع Androecium

يتكون الطلع من ثلاث أسدية وقد يكون ست أسدية كما في الأرز والغاب والمتوك متحركة

المتاع Gynaeceum

يتربك المتاع من كربلة أو أكثر ففي القمح توجد كربلتان هما قلبان وميسان ريشيان ولا تنمو إلا كربلة واحدة ذات غرفة واحدة وبويضة واحدة وضعها المشيمي قمي



شکل ١٣٠



شکل ١٣٩

تكون عارية كما في القمح والذرة ويلاحظ على قمة ثمرة القمح من الخارج آثار القلم وكذلك على أحد وجهيها تجويف يقابله عند القاعدة فجوة موضع الجنين . البزرة Seed

يلاحظ في القطاع الطولي للثمرة الذي يمر بموضع الجنين أن الغلاف الثمري والقشرة متحدان تماما ويحيطان بالطبقات الآتية :

١ - طبقة الأليرون وهي ذات خلايا مربعة تقريبا في القطاع السابق ممثلة بجيوب الأليرون

٢ - تلي هذه الطبقة من الداخل نسيج بارنشيمي ممتلئ بمادة النشا الدقيق

٣ - الجنين أسفل الفجوة ويزك من فلقه وريشة وجذير

فوائد النباتات :

نباتات هذه العائلة لها الميزة الاقتصادية الغذائية الأولى إذ تشتمل على القمح Triticum sp. بأنواعه والشعير Hordeum والذرة Zea maize والأرز Oryza sativa التي لا يمكن لأى مخلوق حى من إنسان وحيوان أن يستغنى عنها والغاب Bambusa مهم أيضا لأنه يدخل في عمل السلالات وبعض الحاجات الأخرى .

وبعض المراعى اللازمة للحيوان كالجراوة وغيرها تابع لهذه العائلة

العائلة الزنبقية Liliaceae

نباتات هذه العائلة أعشاب معمرة أو حولية وقد تكون متسلقة مثل نبات السملاك Smilax إذ ينمو من قاعدة عتق الورقة زوائد تشبه المخاليق - وقد يتحور سوق بعض النباتات إلى أوراق مثل السفندر Ruscus والهلليون Asparagus لتأدية عملية التمثيل لأن أوراقها العادية تحورت إلى حراشيف عديمة المادة الخضراء وتكاثر نباتاتها بالبزور أو تكاثرا خضريا بالريزومات أو البصلات أو الكورمات وجذورها شادة كما في نبات البنكراسيوم Pancratium

والدراسينا Dracaena والصار Aloe تعمر طويلا ويحدث لسوقها نمو ثانوى وقد سبق ذكر ذلك في باب التشريح

لورقة Leaf

الورقة بسيطة أنبوية كما في البصل أو شريطية كما في الثوم والسلا Scilla وحرشوفية كما في الهليون والسفندر وحرشوفية غضة ثخينة كما في قواعد أوراق البصل وقد يصبح طرف الورقة حاداً شوكياً كما في الصبار - وتعميق الأوراق متواز وقد يكون شبكياً كما في السملاك Smilax ونظام الأوراق على الساق بالتبادل - ولها أغاد تحيط بالعقد

النورة Inflorescence

النورة غير محدودة رسمية كما في نبات الموسكارى Muscari أو محدودة شبيهة بالهامية كما في نورة البصل .

الزهرة Flower

الزهرة خنثى كما في البصل وحيدة الجنس كما في الهليون وهو وحيد المسكن أو سفلية ومنظمة ، ذات أربع محيطات

الكأس Calyx

تتركب الكأس من ثلاث سبلات سائبة

التويج Corolla

يتركب من ثلاث بتلات سائبة

الطلع Androecium

يتركب من ست أسدية في محيطين

المستاع Gynaecium

يتركب من ثلاث كرايل متحدة في مركز المبيض صانعة ثلاث غرف وكل غرفة في المقطع العرضي تشتمل على بويضتين
القانون الزهرى

$$\begin{array}{c} \text{♀} \oplus \\ \text{غل} \\ 3+3, 3+3, 3+3 \\ \text{ط} \\ 3+3 \\ (2) \end{array}$$

الرسم الزهرى كما في شكل ٢٣١

التلقيح Pollination

تتلقح الأزهار تلقيحاً خلطياً بالحشرات التى

تزورها

الثمرة Fruit

الثمرة علبة تنفتح افتحاحاً حاجزياً أو مسكناً وقد تكون عنبية مثل ثمرة الهليون

البزرة Seed

البزرة أندوسبرمية ذات قصرة سوداء اللون عادة تحيط بالأندوسبرم القرنى أو اللشوى الذى يحيط بالجنين والآخر مكون من فلفة أنبوية تحيط بالريشة وجذير طرفه يتجه نحو السرة

فوائد النباتات

تزرع نباتات هذه العائلة في الحدائق للزينة لأن أزهارها ذات رائحة جفّة زكية وذات ألوان زاهية جميلة

وكذلك تزرع ليؤخذ منها البصلات والأوراق لاستعمالها كخضار كما في

البصل Allium sepa والثوم Allium sativum والكراث Allium porrum

وريزوم الهليون يؤخذ ليتغذى به الإنسان

الباب السادس

التكاثر Reproduction

لا نحظنا في الأبواب السابقة أن النباتات على اختلاف أنواعها تتوالد وتتكاثر لتحفظ نسلها فالنباتات الدنيئة مثل النباتات الفطرية والطحلبية تتكاثر تكاثراً تراوجياً باتحاد الجريطات المذكرة بالجريطات المؤنثة فينشأ الزيجوت الذى يعطى الجنين وهو يشمو بدوره ويكون نباتاً من جديد أو تتكاثر تكاثراً لا تراوجياً بالجراثيم أو تتكاثر تكاثراً خضرياً بأى جزء منها

وأما النباتات الحززية والسرخسية فتكاثر بنفس الطرق السابقة إلا أنه يظهر فيها تبادل الطورين الجاميطي والجراثيومي وكذلك تظهر أعضاء التذكير Anthridia والأركيجونيا Archegonia التى تميزها عن النباتات الدنيئة الأخرى وبعد ذلك جاءت النباتات البزرية وظهر الجنين المكون من الفلفقات والريشة والجذير وكل منها له وظيفة خاصة سبق شرحها في باب البزور وإنباتها والآن تقتصر على تكاثر النباتات الزهرية

تكاثر النباتات الراقية الزهرية بطريقتين وهما :

(١) التكاثر بالبزور

(٢) التكاثر الخضرى

التكاثر بالبزور Seeds reproduction

هذه هى الطريقة الشائعة في زراعة المحاصيل الزراعية كالنول والبازلاء والترمس والحلبة والشعير والقمح والذرة وغيرها من الحشائش والغللات الزراعية الحولية .

وزراعة هذه المحاصيل لها طرق كثيرة أسهلها وأشيعها في صعيد مصر الزراعة على اللبنة وهى بعد أن تنحسر المياه من فوق الأرض تبرز البزور وتغطى باللوح

ثم تترك لمدة تختلف باختلاف النباتات وفي نهايتها تظهر على المحاصيل دلائل الاستواء والنضج وتجمع النباتات جميعها مع ثمارها ويزورها .

والتكاثر بالبزور لا يخلو من عيب لأن السلالة قد لا تمضى عليها مدة كبيرة حتى يعتورها الزلل وتلاشي إذ لم يحافظ عليها خصوصا في النباتات التي تتلفح تلقى حائلها . لأن البزور نتيجة اتحاد النواة المذكورة بالنواة المؤنثة وفي هذا الوقت تقوم الكروموسومات بواجبها من نقل صفات الأب والأم ومزجها ببعضها مزجا تاما وتكوين كائن حى جديد فيه صفات الأم والأب .

التكاثر الخضرى Vegetative reproduction

النباتات الراقية إما حولية أو معمرة والأخيرة إما أن تكون أشجارا أو شجيرات أو أعشابا

فالنباتات العشبية الحولية تعتمد على حياتها على البزور فقط ولكن المعمرة لها طريقتان في تكاثرها الأولى بالبزور والثانية التكاثر الخضرى

والتكاثر الخضرى إما أن يكون طبعيا وإما أن يكون صناعيا والطبعي يظهر جليا في النباتات ذات الدرنات أو البصلات أو الكورمات أو الريزومات التي عند نضج بزورها تجمع وتلاشي أعضاؤها الخضرية المعرضة للهواء لعدم ملاءمة الجو لها وأما الاجزاء المدفونة تحت الترى فتبقى بعيدة عن خطرات الجو إلى حلول فصل النمو الثانى فتنمو وتتجدد وهكذا كل عام

وإذا أريد زراعة محاصيل بالدرنات كالبطاطس مثلا فتؤخذ هذه الدرنات وتقسّم إلى أجزاء يحتوى كل منها على برعم أو أكثر ثم تزرع في تربة مجهرة وبعد مدة يظهر المجموع الخضرى على سطح الأرض والريزومات تجرى تحت الترى وتنفتح أطرافها لتكوين الدرنات

وكذلك الحال مع السوق المدادة مثل السليك فإنه يؤخذ جزء من ريزومه يحتوى على برعم أو براعم كثيرة ثم يزرع في الأرض الملائمة فلا تلبث البراعم طويلا أن تعطى السوق الجارية على سطح الأرض ذات سلاميات طويلة فتبعد

البراعم عن الأصل فنتبأ لها الظروف المناسبة من الغذاء وغيره فتعطى سوقا هوائية تحمل الأزهار والثمار وجذورا عرضية تنغمس في الأرض .

وعند تكاثر الفجل واللقت والجزر لتحصل منها على البزور تؤخذ الجذور مع السوق بعد قطع الأوراق وتزرع في موضع غير موضعها الأصلي ثم توالى بالخدمة والرى بانتظام فتتمو إلى أفرع هوائية تحمل الثمار .

وبعض النباتات مثل البيجونيا تتكاثر بالأوراق إذ توضع أوراقها بعد جرحها على تربة مندة فينبج الجرح الأنسجة أسفله فيتكون منها أنسجة إنشائية تولد الجذور التي تنضرب في الأرض وتمص الغذاء منها وتنمو البراعم العرضية إلى أفرع هوائية .

وفي التخيل والموز تظهر بجانب الأم فسائل صغيرة تمت من الريزوم الأرضى فاذا أخذت هذه الفسائل وزرعت في تربة لا ثقة فانها لا تلبث طويلا أن تعطى نباتا كالأم .

وأشجار العنب والرمان والتين والورد النسر يمكن تكاثرها بطريقة غير ماسبق إذ تؤخذ أفرع حديثة عمرها سنة تقريبا ناضجة الخشب ثم تقسم إلى عقل يبلغ طول الواحدة منها عشرين سنتيمترا ثم تزرع في الأرض بحيث تكون البراعم متجهة إلى أعلى ثم توالى بالرى والخدمة فتتمو وتكون نباتات .

وقد تتكاثر الأشجار والشجيرات بطريقة أخرى مثل الترقيد الأرضى أو الهوائى ونقتصر هنا على شرح الترقيد الأرضى وهو أن تنتخب أفرع قريبة من الأرض ثم يحز جزء منها لنزع القلف ثم يغطى هذا الجزء بالترى ويثقل بحجر مثلا ويترك .

ونزع القاف معناه نزع اللحاء فيمتنع نزول العصارة المجهزة من الجو بالأوراق الخضراء إلى الساق الأصلية وتخزن في الفرع وأما العصارة الأرضية فلا يعوقها أى عائق في الصعود إلى هذا الفرع لأن عناصر الخشب المختصة بصعود العصارة لم تمس بسوء ولذلك تخزن الأغذية في الفرع ويزيد في نشاطه ونموه وزيادة على ذلك الجرح يهيج الأنسجة أسفله فتتولد منها أنسجة انشائية تعطى جذورا عرضية

تضرب في الأرض وتمتص منها الماء ويتفرع الفرع إلى أفرع جديدة وبعد مدة يفصل من الأم ويبقى هكذا مدة أخرى ثم ينقل إلى مكانه المستديم .

التكاثر بالتطعيم

النبات المراد تطعيمه على أصل يسمى عادة بالطعم والتطعيم هو اتصال جزء من نبات (طعم) بنبات آخر (أصل) من نفس العائلة والجنس والنوع حتى يتشابه التركيب الداخلي للنباتات تمام المشابهة وفي الوقت المناسب تتحم أنسجة الطعم بأنسجة الأصل وينمو منها فرع يشابه الطعم في كل الوجوه وتجري عملية التطعيم في النباتات لأسباب كثيرة منها .

- ١ - تتبع طريقة التطعيم في النباتات التي لا تحافظ على نوعها إذا تكاثرت بالبزور
- ٢ - كذلك تتبع هذه الطريقة في النباتات التي لا يسهل تكاثرها بالعقل والترقيد
- ٣ - وفي النباتات التي تصاب جذوعها بأمراض فطرية أو أعراض فيسيولوجية للماستها للتربة الرطبة

- ٤ - ولتغير أصناف رديئة بأصناف جيدة كما يتبع في تكاثر المنجة البلدي التي يطعم عليها أصناف جيدة مثل الفونس وأبو سنارة والزبدة
- ٥ - إذا كانت الأرض غير موافقة لزراعة الطعم وصالحة لزراعة الأصل وأهم طرق التطعيم الآتي :

(١) التطعيم بالبرعم أو العين

هو أخذ برعم من نوع جيد يراد تكثيره ورشقه في أصل بعد عمل حرف (T) في قفقه ثم يربط عليه جيدا برباط المت (الرفة) وتتبع هذه الطريقة عادة وقت جريان العصارة ويمكن اتباعها في كل النباتات خصوصا المستديمة الخضرة

(٢) التطعيم باللصق

ويحصل بمرح الأصل وفرع النبات المراد تكاثره وهو على أمة بمعنى أن يكون سطح الجرح مكشوطا كشطاً مستويا في كلا الأصل والطعم ويجب أن يكون الشكشط فيهما بطول واحد وغلط متساو تقريبا حتى يمكن انطباق الخشب واللحاء والكامبيوم في كل منهما على الآخر ثم يعصب حولها برباط المت وتطلى بشمع

التطعيم وبحسن لف المت برباط من القماش مطلي بالشمع زيادة في الحفظ ومنعا للتبخير وبترك النبات هكذا حتى تظهر عليه علامات النجاح بتورم محل الجرح وبعد نجاح هذه العملية يقطع الأصل فوق محل الطعم ويقطع النبات المطعم أسفل محل الطعم .

(٣) التطعيم بالقلم

ويحصل وقت سكون العصارة في الأصل والطعم ويستحسن إجراء هذه العملية قبيل جريان العصارة في الأصل حتى يساعد ذلك في نجاحها . وهو إما أن يكون جانبي أو رأسي

فالتطعيم الجانبي إما أن يكون بقلم طرفي أو بقلم عادي تبرى قاعدته كبرية القلم البسط ويعمل حرف (T) في قلف الأصل ويثبت القلم تحت القلف ويربط عليها بالمث وتترك حتى تظهر عليها علامات النجاح ثم يفك المت - وهذا النوع من التطعيم يشبه التطعيم بالبرعم إلا أنه أسرع وأقوى منه في النمو وتصلح للأنواع الكثيرة الشوك والمضلعة الفروع التي لا يمكن الحصول منها على براعم كثيرة . والتطعيم الرأسي يحصل وقت سكون العصارة تماما وأنواعه هي التطعيم الوددي والرجي والجانبي وتجري هذه العملية بقطع الأصل إلى ١٠ أو إلى ٢٠ سنتيمترا وشقه بسكين ورشق القلم السابق عمله وتغطي بمادة تمنع تبخر الماء منه ويترك هكذا إلى أن ينمو ويكون نباتا جديدا .



الخطأ والصواب

ص	س	خطأ	صواب	ص	س	خطأ	صواب
٧	٤	يأخذ	بأحد	١٠٥	٦	القوف	القرع
٧	٧	نحت شكل	بزر	١١٦	١٢	Inticlininal	Anticlininal
٧	٧	تمر	ثمرة	١٤٠	٥	برسيفال	برسيفال
٩	١	جزأها	جزعها	١٤٣	١	المحاليل	المحاليل
١٢	١٢	اسفل ١١	الزائيكيليا	١٤٣	٢١	المخلول	المخلول
١٣	٢٠	وينمو الجذير	—	١٤٥	١٥	الادماء	الادماء
١٤	١٤	متعمقا	—	١٤٧	١٩	Diffusion	Diffusion
١٦	١٦	ضروري	ضروري	١٥٥	١٣	يلوبس	يلوبس
١٥	١٧	مد	مدة	١٨٧	١٧	Pilobolus	Pilobolus
١٥	١٨	(شكل دءء)	شكل (دءء)	١٩٠	١٩	المضوية	الازوتية
١٨	١	الجذر	الجذر	١٩٦	٧	بأشواك	بأشواك
٣١	٣١	واعطت محلاق ٢٣	اعطت محلاقاً	١٩٨	٣	(٥)	الأشواك
٤٠	٧	وينمو	وينمو	١٩٨	٢	العلاقة	العلاقة
٤٩	٢	شكل ٤٦	شكل ٤٧	٢٠٣	١	المصاص	المصاص
٦٥	١	حاله	حالة	٢٠٤	٦	من	من
٦٥	٤	نويات	نويات	٢١٦	٦	Cuscuta	Cuscuta
٦٨	١	النويات	النويات	٢٢٠	١٢	(٤)	(٤)
٨٠	١٤	Dracaena	Dracaena	٢٢١	٣	(٥)	(٥)
٨٠	١٥	Boundary	Boundary	٢٤٥	١	شكل ١٥٣	شكل ١٥٤
٨٤	١٩	Vellamen	Vellamen	٢٤٩	١	البات	البات
٨٥	١٦	والخلايا	أولاً والخلايا	٢٥٤	١٥	البروتونيا	البروتونيا
٨٧	٩	Mesembryanthemum	Mesembryanthemum	٢٦٤	١٣	مضغفاً	مضغفاً
٨٧	١٣	جذر	جذر	٢٧٩	٦	لقاحية	لقاحية
٩١	١٠	Vellamen	Vellamen	٢٩٧	٩	Dulphinium	Dulphinium
٩٣	٧	التربة	التربة	٢٨٨	١٤	العلية	العلية
١٠١	١٠١	الورف	الورف	٣٣٥	٢	+	+

فهرس

الصفحة	الموضوع	الصفحة	الموضوع
١٧	الباب الاول	١٧	مناطق الجذر
١	الشكل الخارجي للنبات	١٨	القلنسوة
١	البزور وأنباتها	١٨	المنطقة النامية
١	تركيب البزرة	١٩	منطقة الاستطالة
١	بزرة القوف	٢٠	منطقة الشعيرات
٣	د الجردل	٢٠	المنطقة الدائمة
٤	د الخروج	٢٠	أنواع الجذر
٥	د القطن	٢١	الجذر الوتدي
٦	د القرع	٢١	أشكال الجذر الوتدي
٧	د البن	٢٢	تعمق الجذر الوتدي
٧	د النخيل	٢٢	الجذور العرضية
٩	د الصل	٢٢	أشكال الجذور العرضية
١٠	حبة الذرة	٢٣	الجذور المساعدة
١١	بزور الاباتات المائية	٢٤	الجذور الشادة
١١	بزرة الزوسترا	٢٤	الجذور الدرنية
١١	د الزايكليا	٢٤	الجذور الليفية
١٢	الانبات	٢٥	المصاصات
١٣	تغيرات طبيعية	٢٥	الجذور الهوائية
١٣	د كياوية	٢٧	الربابات اللاجزرية
١٣	د حيوية	٢٨	الجذور العديمة الشعيرات
١٤	الظروف الضرورية للانبات	٢٩	المجموع الخضري للنبات
١٤	حيوية الاجبة	٢٩	السوق
١٤	توافر الماء الضروري للانبات	٢٩	أشكال السوق
١٤	الحرارة المناسبة	٣٣	السوق الأرضية
١٥	الهواء ضروري للانبات	٣٣	الريزوم
١٥	فوائد القلفقات	٣٣	الكورمة
١٧	الجذر		

الصفحة	الموضوع	الصفحة	الموضوع
٣٤	البصلة	٤٨	الأوراق الزهرية
٣٤	الدرة	٤٨	البروقل
٣٦	السوق الهوائية	٤٩	المحاصيل
٣٦	الساق المخالقية	٤٩	الاشواك
٣٦	الساق الشوكية	٤٩	أوراق النباتات المائية
٣٦	السوق المتحورة إلى أوراق	٥١	النباتات آكلة الحشرات
٣٧	التخت	٥١	الأذينات
٣٩	البراعم	٥٣	نظام الأوراق على السوق
٣٩	البرعم الطرفي	٥٦	وصف عام لنبات القول
٤٠	البرعم الأبطى	٥٩	الباب الثانى
٤٠	البرعم الساكن	٥٩	تشرح النبات
٤٠	البراعم الصيفية	٦٠	الحلية
٤٠	و الشتوية	٦٠	المحتويات الحية في الحلية
٤١	و العرضية	٦٠	السيبولازم
٤١	و المتتابعة	٦٠	البلاستيدات
٤١	التفرع	٦١	النواة
٤١	تفرع غير محدود	٦٢	المحتويات الميتة في الحلية
٤٢	التفرع المحدود	٦٦	اقسام الحلية
٤٢	كاذب الشعبة	٦٦	الاقسام المباشرة
٤٣	و الشعبتين	٦٦	و غير المباشر
٤٣	و الشعب	٦٨	و الاختزالى
٤٤	الورقة	٦٨	التغيرات التي تحدث في الحلية
٤٤	نصل الورقة	٦٩	زيادة الحجم
٤٤	تغرق الأوراق	٦٩	جدار الحلية
٤٦	نمو الأوراق	٧١	تكوين فراغات بين الخلايا
٤٦	عمر الأوراق	٧٢	أنواع الخلايا النباتية
٤٧	أشكال الأوراق المختلفة	٧٢	الخلايا المرستيمية
٤٧	أوراق فلقية	٧٣	تحويل الحلية المرستيمية إلى
٤٧	الأوراق الخرشفية		خلية بالغة
٤٨	القنابة	٧٣	الخلايا البالغة

الصفحة	الموضوع	الصفحة	الموضوع
٧٣	الخلايا الحية	٧٣	الخلايا البشرية
٧٤	خلايا البشرة	٧٤	الخلايا البارنشيمية
٧٤	الخلايا البارنشيمية	٧٥	و البرونشيمية
٧٥	و الكولورنشيمية	٧٥	و الكولونشيمية
٧٥	و الكولونشيمية	٧٦	و الافرازية
٧٦	الانابيب الغربالية	٧٦	الاسكويرنشيمية
٧٦	الخلايا الميتة	٧٦	و الاسكويرنشيمية
٧٦	و الاسكويرنشيمية	٧٧	الأوعية
٧٧	الأوعية	٧٨	الغائط الحائى اللولبى
٧٨	الغائط الحائى اللولبى	٧٨	الغائط الشبكي
٧٨	الغائط الشبكي	٧٨	النقر المضفوفة
٧٨	النقر المضفوفة	٧٩	الفصيات
٧٩	الفصيات	٧٩	خلايا الفلين
٧٩	خلايا الفلين	٧٩	أنواع الأنسجة النباتية
٧٩	أنواع الأنسجة النباتية	٧٩	النسيج المرستيمى
٨٠	النسيج المرستيمى	٨٠	النسيج الضام
٨٠	النسيج الضام	٨٠	البشرة
٨٠	البشرة	٨٢	الفلين
٨٢	الفلين	٨٢	النسيج الاساسى
٨٢	النسيج الاساسى	٨٢	و المقوى
٨٢	و المقوى	٨٤	و الماص
٨٤	و الماص	٨٥	و التنبيل
٨٥	و التنبيل	٨٥	و الافرازى
٨٥	و الافرازى	٨٦	و الموصل
٨٦	و الموصل	٨٦	و المخزن
٨٦	و المخزن	٨٧	المواد المخزنة
٨٧	المواد المخزنة	٨٨	النسيج النقى
٨٨	النسيج النقى		

الصفحة	الموضوع	الصفحة	الموضوع
١١٤	مسلك الحزم الوعائية في	١٣٦	المواد الكربوهيدراتية
	النبات ذي الفلقتين	١٣٦	السكر
١١٥	مسلك الحزم الوعائية في	١٣٧	النشا
١١٦	النبات ذي الفلقة الواحدة	١٣٨	السيلولوز
	نقطة النمو في الساق	١٣٩	الأنولين
١١٧	نقطة نمو الجذر	١٣٩	الدهون والزيوت النباتية
١١٩	النمو الثانوي في ساق نبات	١٣٩	الاحماض العضوية
	ذو فلقتين	١٣٩	المواد العضوية الأزوتية
١٢١	لماذا يظهر الخشب في دوائر	١٤٠	امتصاص الغذاء
	غير متشابهة الخلايا	١٤٠	تركيب الشبيرة الجذرية
١٢٢	تحويل الخشب الرخو إلى	١٤١	الاتنار الغشائي
	الخشب الصمغي	١٤١	الأغشية
١٢٣	الاشعة النخاعية	١٤٣	قياس الضغط الاسموزي
١٢٤	النمو الثانوي في ساق نبات	١٤٣	قوة تركيز المحلول
	ذو فلقة واحدة	١٤٤	درجة الحرارة
١٢٥	النمو الثانوي في الجذور	١٤٤	نوع الغشاء
١٢٦	تكوين الفلين	١٤٥	البزومة
١٢٧	من خلايا	١٤٦	انتخاب المحاليل الأرضية
	البشرة	١٤٦	صعود العصارة والطريقة
١٢٨	البريدرم		التي تسلكها
١٢٩	الباب الثالث	١٤٧	الضغط الجذري
١٢٩	علم وظائف الأعضاء	١٤٨	الخاصة الشعيرية
١٢٩	الغذاء ومصادره	١٤٨	التح
١٣٠	تحليل النبات	١٤٩	قياس التح
١٣٠	عناصر النباتات المختلفة	١٥١	العوامل التي تؤثر في عملية
١٣٠	تجربة تثبت أهمية العناصر		التنح
١٣٢	أهمية الماء والعناصر المختلفة	١٥٤	التثليل الكربوني
	للنبات	١٥٤	امتصاص واستعمال ثاني
١٣٦	مشتملات النباتات العضوية		أكسيد الكربون في عملية
	وغير العضوية		التثليل

الصفحة	الموضوع	الصفحة	الموضوع
١٥٨	العوامل التي تؤثر في عملية	١٨٠	مدة النمو النهائية
	التثليل	١٨١	الشروط الداخلية
١٦١	العوامل السامة التي توقف	١٨٢	الشروط الخارجية
	عناية التثليل		الباب الرابع
١٦١	تقدير التثليل الكربوني	١٩١	النباتات الزروفيقية
١٦١	بالمواد العضوية	١٩٢	أسباب تحول النباتات
١٦٢	بثاني أكسيد		الزروفيقية
	الكربون	١٩٢	أنواع النباتات الزروفيقية
١٦٢	تقدير التثليل بالأكسجين	١٩٣	تركيب النباتات الصحراوية
١٦٣	الأنزيمات	١٩٣	التركيب التشريحي
١٦٤	أنزيمات تحلل الماء تحليلامانيا	١٩٤	التركيب الخارجي
١٦٦	الأنزيمات المؤكسدة	١٩٤	التركيب الخاص بالحصول
١٦٦	المختزلة		على الماء
١٦٧	أنزيمات الاختيار	١٩٧	التركيب الخاص بتخزين
١٦٧	عمليات التغير الغذائي		الماء
١٦٨	التنفس	١٩٨	النباتات المائية
١٧٠	الحرارة الناتجة عن التنفس	١٩٨	الساق
١٧١	المعادلة التنفسية	١٩٩	الورقة
١٧١	التغيرات في المواد النباتية	١٩٩	الجذر
١٧٣	التنفس اللاهوائي	٢٠٠	النمو الحضري
١٧٣	العوامل التي تؤثر في عملية	٢٠٠	التلقيح
	التنفس	٢٠١	الليات الشتوي
١٧٤	العوامل الخارجية	٢٠١	التنار
١٧٦	العوامل الداخلية	٢٠١	البزور
١٧٧	موازنة بين التنفس والتثليل	٢٠٢	البشرة
١٧٨	النمو	٢٠٢	النسيج التثليلي
١٧٩	الخلايا المرستيمية	٢٠٢	النسيج المقوى
١٧٩	النمو الثانوي	٢٠٣	المناص
١٨٠	نمو النبات اليومي	٢٠٣	الناقل
١٨٠	نمو النبات الموسمي	٢٠٣	النمو الثانوي

الموضوع	الصفحة	الموضوع	الصفحة
الفرغات الهوائية	٢٠٣	الكتيريا	٢٣٧
النباتات المتسلقة	٢٠٥	الكتيريا النافعة	٢٣٨
الالتفاف	٢٠٦	الكتيريا الضارة	٢٣٩
الاشواك	٢٠٦	التكاثر الخضري	٢٣٩
الجذور	٢٠٦	التكاثر بالجراثيم	٢٤٠
المحاليق	٢٠٧	التكاثر بالكويديا	٢٤٠
القو الثانوى فى سوق	٢٠٨	التعقيم	٢٤٠
المتسلقات	٢١٤	الطحلب	٢٤١
النباتات الطفيلية والرمية	٢١٤	الطحالب الخضراء	٢٤١
صفات النباتات المتطفلة	٢١٥	كلاميدوموناس	٢٤٢
والرمية	٢١٥	ياندورينا	٢٤٣
النباتات الطفيلية	٢١٥	الفولفوكس	٢٤٤
النباتات ناقصة التطفل	٢١٧	فوشيريا	٢٤٤
النباتات الرمية	٢١٨	اسيروجير	٢٤٦
النباتات الحلية	٢٢٠	الطحالب البنية	٢٤٧
النباتات آكلة الحشرات	٢٢١	الطحالب الحمراء	٢٤٨
الباب الخامس		النباتات الاشئية	٢٤٩
ترتيب المملكة النباتية	٢٢٤	الاشئين المحيطى	٢٤٩
النباتات الثالوثية	٢٢٧	الاشئين الجيلاتينى	٢٤٩
الفطر	٢٢٧	الاشئين المختلفة الاقسام	٢٤٩
الفيكوميسيتس	٢٢٨	النباتات الخرزبة	٢٥٠
ريزوبس بجركانز	٢٢٨	تكاثر النباتات الخرزبة	٢٥١
سيستوسيركانديدوس	٢٣٠	دورة حياة الليفرورت	٢٥٢
الفطريات الراقية	٢٣٢	دورة حياة نبات الموسز	٢٥٣
الفطريات الزقية	٢٣٢	وصف نبات الليفرورت	٢٥٣
سفيريوتيكابانوزا	٢٣٢	وصف نبات الموسز	٢٥٤
الخيزرة	٢٣٣	تشرىح الساق	٢٥٦
قسم البازيديوميسيتز	٢٣٣	النباتات السرخسية	٢٥٦
مرض الصدأ	٢٣٣	تكاثر النباتات السرخسية	٢٥٧
عيش الغراب	٢٣٦	وصف النبات الجرثومى	٢٥٨

الموضوع	الصفحة	الموضوع	الصفحة
ثنائى الشعبة	٢٧٢	الساق	٢٥٨
الزهرة	٢٧٣	الورقة	٢٥٨
الكأس	٢٧٤	الجذور	٢٥٩
التويج	٢٧٤	تشرىح الساق	٢٥٩
الطلع	٢٧٥	النباتات البزربة	٢٦٠
الشاخ	٢٧٥	النباتات معراة البزور	٢٦٠
المشيمة	٢٧٥	وصف نبات الصنوبر	٢٦١
الجارية	٢٧٦	الجذر	٢٦١
المركزية	٢٧٦	الساق	٢٦١
السائبة	٢٧٦	الورقة	٢٦١
القاعدة	٢٧٦	التشرىح	٢٦٢
القمية	٢٧٧	القمة النامية فى الساق والجذر	٢٦٢
أحوال الزهرة	٢٧٧	تشرىح الجذر	٢٦٢
الملك	٢٧٩	تشرىح الساق	٢٦٣
نشأة الملك	٢٧٩	القو الثانوى فى الساق	٢٦٤
البويضة	٢٨١	تشرىح الورقة	٢٦٥
أشكال البويضة	٢٨٢	الزهرة المذكرة	٢٦٦
البويضة المستقيمة	٢٨٢	الزهرة المؤنثة	٢٦٧
المنعكسة	٢٨٢	البزور وإنباتها	٢٦٩
المنحنية	٢٨٣	مغطاة البزور	٢٦٩
نشأة الكيس الجنينى	٢٨٣	النورة	٢٧٠
الاخصاب	٢٨٤	النورة غير المحدودة	٢٧٠
الثمار والبزور وانتثارها	٢٨٥	النورة البسيطة	٢٧٠
الثمار غير المتفتحة	٢٨٦	النورة الاغريضية	٢٧١
ثمار قابلة للفتح	٢٨٧	النورة الراسم	٢٧١
الثمار المنشقة	٢٨٩	النورة الحليمية	٢٧١
الثمار الطرية	٢٩٠	النورة الهامة	٢٧١
الثمار المركبة	٢٩١	نورة غير محدودة مركبة	٢٧١
الثمار المتجمعة	٢٩١	النورة المحدودة	٢٧٢
انتثار البزور والثمار	٢٩٢	وحيدة الشعبة	٢٧٢

الموضوع	الصفحة	الموضوع	الصفحة
العائلة النسيية	٣١٢	الهواء	٢٩٢
العائلة الوردية	٣١٤	الماء	٢٩٢
العائلة البقية	٣١٨	الانتثار بواسطة الحيوان	٢٩٣
تحت العائلة الطليحة	٣١٨	والطيور والانسان	
تحت العائلة القمية	٣٢٠	الانتثار بالقوى الميكانيكية	٢٩٣
تحت العائلة الفراشية	٣٢٢	تقسيم مغطاة البزور	٢٩٤
العائلة الخمية	٣٢٤	تقسيم النباتات ذات الفلقتين	٢٩٥
العائلة القرعية	٣٢٨	العائلة التوتية	٢٩٦
العائلة المركبة	٣٣٠	العائلة الشقيةية	٣٠٠
العائلة النجيلية	٣٣٣	العائلة الخشخاشية	٣٠٢
العائلة الزنبقية	٣٣٧	العائلة الصليبية	٣٠٥
الباب السادس		العائلة الحيازية	٣٠٧
التكاثر	٣٣٩	العائلة الكنتانية	٣١٠